

La prise en charge physiothérapeutique des douleurs fantômes chez les patients amputés

ELODIE GENOUD

Etudiante HES-Filière Physiothérapie

AUDE PROGIN

Etudiante HES-Filière Physiothérapie

Directeur de travail de Bachelor : Roger Hilfiker

Travail de Bachelor déposé et soutenu à Loèche-les-Bains en 2015 en vue de l'obtention
d'un Bachelor of Science en physiothérapie

RESUME

Introduction : La prise en charge des douleurs fantômes chez les personnes amputées est un challenge de par la complexité du phénomène. Ces douleurs ont un impact négatif sur la qualité de vie. Le but de ce travail est de recenser les moyens physiothérapeutiques existants et efficaces pour leur traitement.

Cadre théorique : L'incidence des douleurs fantômes varie de 42.2% à 85%. Leur étiologie, en lien avec le système nerveux central et périphérique, est vaste et complexe. Il existe de multiples possibilités de traitement, physiothérapeutiques ou non, dont l'efficacité varie.

Méthode : Les recherches ont été effectuées sur PubMed, Cochrane et CINAHL. Les études incluses comprennent des interventions physiothérapeutiques, avec comme « outcome » la diminution des douleurs fantômes.

Résultats : La recherche initiale a abouti à 535 articles, desquels six études ont été incluses : deux pour le TENS, une pour la thérapie miroir, une pour la réalité virtuelle, une pour les prothèses et une pour l'entraînement sensoriel discriminatoire. Toutes les études démontrent une diminution des douleurs fantômes, mais n'ont pas une haute qualité d'évidence.

Discussion : La diminution des douleurs fantômes dépend d'une action sur leurs étiologies. Dans ce travail, l'influence des traitements sur ces mécanismes a effectivement pu être démontrée.

Conclusion : Les traitements évoqués dans ce travail semblent efficaces sous certaines mesures. De futures recherches sont nécessaires pour étendre ces résultats à une large population et définir les modalités d'application.

Mots-clés : amputés, douleurs fantômes, TENS, thérapie miroir, réalité virtuelle, prothèse, entraînement sensoriel discriminatoire.

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: Die physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit Amputationen, die an Phantomschmerzen leiden, ist eine Herausforderung, weil dieses Phänomen sehr komplex ist. Diese Schmerzen haben einen negativen Einfluss auf der Lebensqualität. Das Ziel dieser Arbeit ist es, die existierenden und wirksamen physiotherapeutischen Mittel zu verzeichnen.

Theoretischer Kontext: Die Inzidenz von Phantomschmerzen variiert zwischen 42.2% zu 85%. Ihre Ätiologie, im Zusammenhang mit dem peripheren und zentralen neurologischen System, ist vielfältig und komplex. Es gibt viele physiotherapeutische oder nicht-physiotherapeutische Behandlungsmöglichkeiten, mit unterschiedlicher Wirksamkeit.

Methode: Gesucht wurde auf PubMed, Cochrane und CINAHL. Die eingeschlossenen Studien umfassen physiotherapeutische Behandlungen und das „Outcome“ ist die Verminderung der Phantomschmerzen.

Ergebnisse: Die initiale Suche ergab 535 Artikel, nach denen 6 Studien eingeschlossen wurden: zwei für TENS; eine für die Spiegeltherapie, eine für die virtuelle Realität, eine für die Prothese und eine für das sensorischen Diskriminationstraining. Alle Studien weisen auf einer Verminderung der Phantomschmerzen hin, haben aber keine hohe Evidenzniveau.

Diskussion: Die Verminderung der Phantomschmerzen hängt von einer Aktion auf ihre Ätiologie ab. In dieser Arbeit konnte der Einfluss der Behandlungen auf den Mechanismen tatsächlich aufgezeigt werden.

Schlussforderung: Die Behandlungen, die in dieser Arbeit erwähnt wurden, erscheinen als effizient unter einigen Bedingungen. Zukünftige Recherchen sind notwendig, um die Wirkung für eine breitere Population zu zeigen und um die Durchführungsprotokolle zu definieren.

Schlüsselwörter: Amputierte, Phantomschmerzen, TENS, Spiegeltherapie, virtuelle Realität, Prothese, sensorisches Diskriminierungstraining.

AVERTISSEMENTS

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute Ecole de Santé Valais, du Jury ou du Directeur du Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-Bains, le 5 juin 2015

Elodie Genoud

Aude Progin

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier Roger Hilfiker, notre directeur de travail de Bachelor, pour le temps qu'il nous a consacré et ses conseils avisés qui nous ont aidées à réaliser ce travail.

Nous remercions également Renato Dalla Palma pour l'apport de sources bibliographiques utiles à la réalisation du cadre théorique.

Nous remercions encore Martin Sattelmayer, qui nous a aidées à élaborer l'extraction des données.

Un merci particulier à Justine Clément, Delphine Progin et Setti Genoud qui ont pris le temps de relire notre travail.

Pour terminer, merci à nos familles et amis pour leur soutien et leur patience.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
1.1 Intérêts personnels.....	1
1.2 Qualité de vie avec des douleurs fantômes	1
1.3 Intérêts professionnels : impuissance thérapeutique	2
1.4 Question de recherche	2
2. CADRE THEORIQUE	2
2.1 Amputation.....	2
2.1.1 Définition, étiologie et incidence	2
2.1.2 Prise en charge physiothérapeutique	3
2.2 Les problèmes post-amputation	3
2.2.1 Douleurs du moignon	4
2.2.2 Sensations fantômes	4
2.2.3 Télescopage.....	4
2.2.4 Douleurs fantômes	5
2.3 Mécanismes des douleurs fantômes	6
2.3.1 Périphériques.....	6
- Névromes	6
2.3.2 Centraux	7
- Moelle épinière	7
- Réorganisation corticale	8
- Neuromatrice	8
- Mémoire de la douleur et mémoire proprioceptive	9
- Neurones miroirs.....	9
2.4 Traitements des douleurs fantômes	10
2.4.1 Traitements médicaux	10
- Pharmacologie	10
- Chirurgie	10
2.4.2 Traitements complémentaires	11
- Psychologie.....	11
- Prévention	12
- Acuponcture.....	12
2.4.3 Traitements physiothérapeutiques.....	12
- Stimulation nerveuse électrique transcutanée.....	12

- Thérapie miroir / réalité virtuelle / imagerie mentale	13
- Prothèse.....	14
- Entraînement sensoriel discriminatoire	15
3. METHODE	15
3.1 PICO.....	15
3.2 Stratégie de recherche	16
3.3 Critères d'inclusion, d'exclusion et sélection des articles	16
3.4 Evaluation de la qualité des articles : « Risk of bias assessment Tool »	17
3.5 Outils de mesure des études	18
3.6 Méthode pour l'extraction des données	19
4. RESULTATS	20
4.1 Résultats des recherches.....	20
4.1.1 Sélection des articles	20
4.1.2 Etudes incluses	20
4.2 Qualité des articles	22
4.3 Extraction des données.....	22
4.3.1 TENS.....	23
4.3.2 Thérapie miroir.....	24
4.3.3 Réalité virtuelle	24
4.3.4 Prothèse	25
4.3.5 Entraînement sensoriel discriminatoire.....	25
5. DISCUSSION	26
5.1 Interprétation des résultats	26
5.1.1 TENS.....	27
5.1.2 Thérapie miroir.....	28
5.1.3 Réalité virtuelle	28
5.1.4 Prothèse	29
5.1.5 Entraînement sensoriel discriminatoire.....	30
5.2 Qualité de l'évidence.....	30
5.3 Biais potentiels de notre revue systématique	31
5.4 Comparaison avec la littérature existante	32
6. CONCLUSION	34
6.1 Implication pour la recherche.....	34
6.2 Implication pour la pratique	34

1. INTRODUCTION

1.1 Intérêts personnels

Nous avons choisi un thème concernant la neurologie, car nous avons toutes les deux de l'intérêt pour cette discipline de la physiothérapie. Pendant notre formation, nous avons suivi un cours sur les amputations durant lequel nous avons abordé les douleurs fantômes comme une problématique chez les personnes amputées sans entrer dans les détails. Durant nos stages, nous avons traité des patients amputés, mais à aucun moment les douleurs fantômes n'ont été abordées, bien que nous ayons appris à toujours prendre en considération la douleur et à agir en conséquence. De plus, lors d'un témoignage d'un intervenant externe, nous avons été touchées par l'histoire de son ami s'étant suicidé à cause de ses douleurs fantômes récurrentes et insupportables.

De par ces différentes expériences, nous avons réalisé que ces douleurs peuvent être très handicapantes et que nous devons connaître les outils existants pour aider ces patients au mieux. C'est pourquoi, par le biais de ce travail, nous avons décidé de nous intéresser à la prise en charge physiothérapeutique des douleurs fantômes.

1.2 Qualité de vie avec des douleurs fantômes

Plusieurs études relèvent que les patients amputés souffrant de douleurs fantômes ont une qualité de vie diminuée. Ces douleurs semblent avoir une influence sur leurs activités de la vie quotidienne (AVQs), leur sommeil, leur travail, leur indépendance mais également sur leur état psychologique (Davidson, Khor, & Jones, 2010; Foell, Bekrater-Bodmann, Flor, & Cole, 2011; Kazemi et al., 2013; Nortvedt & Engelsrud, 2014; van der Schans, Geertzen, Schoppen, & Dijkstra, 2002). Selon Nortvedt & Engelsrud (2014), les personnes amputées se sentent impuissantes et perdues face à leur douleur. La compréhension de ces sensations leur manque et ils en arrivent à se demander si elles sont réelles. Ce désarroi peut les conduire à un état dépressif, mais aussi à une prise de distance avec la société qui ne comprend pas ce qu'ils vivent. Les gens voient le handicap physique, le moignon, mais ne se rendent pas compte des douleurs qui se cachent derrière (Nortvedt & Engelsrud, 2014).

1.3 Intérêts professionnels : impuissance thérapeutique

Comme cité ci-dessus, les douleurs fantômes sont un problème qui influe et péjore la vie et l'état du patient. Il est donc primordial d'essayer de les soulager et de les aider à améliorer la gestion de leurs douleurs. Actuellement, le traitement de ces douleurs est un réel challenge de par sa complexité. En effet, il a été prouvé que les traitements des douleurs basés sur leurs mécanismes sont les plus efficaces (Woolf, 2004, cité par (Hsu & Cohen, 2013). Or, le problème ici réside dans l'incapacité de définir un mécanisme principal et précis aux douleurs fantômes : il existe plusieurs étiologies qui ne sont pas encore bien comprises. De plus, l'élaboration d'un traitement efficace est encore compliquée de par la disparité au sein même des sujets amputés. Les conséquences et les dégâts d'une amputation sont influencés par l'étiologie, l'âge, le sexe, les comorbidités ou encore les dispositions psychologiques de chacun (« Traitements de la douleur après amputation - comment l'amputé peut agir sur ses sensations désagréables », 2009).

1.4 Question de recherche

De par la combinaison d'un manque de compréhension des mécanismes et des lacunes dans la littérature, il n'existe pas de lignes directrices décrivant une prise en charge physiothérapeutique efficace pour soulager les patients souffrant de douleurs fantômes.

C'est pourquoi, par la réalisation d'une revue systématique, nous allons répondre à la question « quels sont les moyens physiothérapeutiques existants et quelle est leur efficacité sur la diminution des douleurs fantômes chez les adultes amputés ? ».

2. CADRE THEORIQUE

2.1 Amputation

2.1.1 Définition, étiologie et incidence

Souna et al. (2009) définissent l'amputation comme « une chirurgie consistant à l'ablation d'un membre ou d'un segment de membre ».

L'étiologie la plus commune de l'amputation est les maladies de type vasculaire (artérites, artérioscléroses, diabète...). Elles représentent environ 80% des amputations. Suivent ensuite les traumatismes, tels que les accidents de la voie publique, domestiques

ou du travail dans 16-20% des cas ; les cancers pour 0.9% des amputations et enfin les anomalies congénitales avec 0.8% (Hsu & Cohen, 2013; « Les causes d'amputation | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées », 2014).

Une autre cause, peu présente en Europe centrale, est également à prendre en considération : les guerres, surtout avec les mines anti-personnel (« Histoire de l'amputation - les premiers amputés », 2009).

En Suisse, en 2013, le nombre d'amputations s'élevait à 2232 (toutes amputations confondues) (Office fédéral de la statistique, 2015). Aux Etats-Unis, le nombre de sujets amputés en 2005 s'élevait à 1.6 millions, et, selon un pronostique d'évolution pour 2050, ce chiffre pourrait atteindre 3.6 millions (Owings et Kozac cités par (Hsu & Cohen, 2013). Les amputations sont donc un problème d'actualité qu'on ne peut négliger et leur nombre ne va pas diminuer au vu de leur origine fortement liée aux maladies vasculaires : en effet, les maladies vasculaires périphériques sont estimées entre 3 à 10% dans le monde, ces chiffres augmentant de 15 à 20% chez les personnes de plus de 70 ans (Ahmad, Thomas, Gill, Chan, & Torella, 2014). En France, le nombre de personnes atteintes de diabète a augmenté de 21% entre 2000 et 2006 (Institut de veille sanitaire (France), 2010).

2.1.2 Prise en charge physiothérapeutique

Lorsque l'amputation est prévue à l'avance, il est important de débiter la rééducation dans la période préopératoire, afin de maintenir les amplitudes articulaires et la force. Après l'acte chirurgical, il faut débiter le plus tôt possible en travaillant sur les positionnements et sur la mobilisation du membre afin d'éviter des pertes de mobilité articulaire et de maintenir la force. Il faut également agir sur le moignon par des bandages afin de faciliter la cicatrisation et le drainage de l'œdème, mais aussi pour le « modeler » dans le but d'un éventuel appareillage. Ensuite, l'apprentissage des transferts et de la marche sans prothèse permet de faciliter l'indépendance du patient. Dès que l'état du moignon le permet, en général après trois semaines, il est possible de faire les premiers essais avec une prothèse (« Le séjour en centre | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées », 2014).

2.2 Les problèmes post-amputation

Après une amputation, beaucoup de personnes ont l'impression que leur membre est toujours présent : on parle alors de membre fantôme (Flor, 2002). On différencie les

douleurs du moignon, les sensations fantômes, le télescopage et les douleurs fantômes (Raja & Benzon, 2005).

2.2.1 Douleurs du moignon

Les douleurs du moignon se définissent par des sensations douloureuses ressenties après l'amputation dans le membre restant (Subedi & Grossberg, 2011). Leur incidence est de 74% et elles peuvent durer des années (Ehde et al., 2000, cité par (Hsu & Cohen, 2013)). Les douleurs du moignon peuvent être de différentes qualités, superficielles ou profondes, ou touchant tout le moignon. Elles sont souvent dues à des pathologies du moignon telles qu'une lésion de la peau, une ischémie locale ou une infection (Raja & Benzon, 2005). Les personnes amputées décrivent une douleur « tranchante, brûlante ou électrique » dans leur moignon (Hsu & Cohen, 2013), mais elles peuvent aussi ressentir des sensations non-douloureuses comme des picotements, des démangeaisons ou des mouvements involontaires (Flor, 2002). Des soins adéquats ou encore le port d'une prothèse adaptée permettent de gérer ces douleurs (Raja & Benzon, 2005).

2.2.2 Sensations fantômes

Les sensations fantômes ou phénomènes fantômes sont des sensations de toutes sortes mais autre que la douleur, perçues par une partie du corps manquante suite à une amputation (Nikolajsen & Jensen, 2001). Selon Raja & Benzon (2005) et Hsu & Cohen (2013), leur incidence est de 90% dans les six premiers mois après l'amputation. Juste après l'amputation, les personnes peuvent ressentir leur membre fantôme comme il était avant l'opération (même taille, même forme), avec une diminution de ces sensations au fil du temps (Nikolajsen & Jensen, 2001). Les personnes peuvent avoir des perceptions extéroceptives comme des sensations de chaud ou de froid, des picotements, des démangeaisons, des sensations électriques ou des perceptions proprioceptives, cinétiques (mouvement) ou kinesthésiques (position/taille) (Flor, 2002).

2.2.3 Télescopage

Le télescopage se définit par une sensation de raccourcissement du membre manquant (Figure 1) (Ramachandran & Hirstein, 1998). L'amputé perçoit un rapprochement de la partie distale, la main ou le pied, vers proximal, avec donc un raccourcissement progressif de

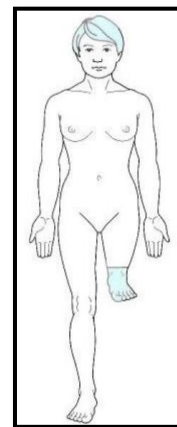


Figure 1 :
Télescopage

l'avant-bras ou de la jambe (Hsu & Cohen, 2013). Il aura donc la sensation que ses doigts sont directement rattachés à son moignon (Flor, 2002; Foell et al., 2011). Selon Flor (2002), 30% des personnes amputées expérimentent le télescopage.

2.2.4 Douleurs fantômes

Les douleurs fantômes, appelées aussi algohallucinoïse, sont des sensations douloureuses perçues dans le membre manquant après une amputation (« Douleurs liées à l'amputation | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées », 2014). Elles se classent dans la catégorie des douleurs de type neuropathique (Flor, 2002; Kazemi et al., 2013).

Il existe une très grande variabilité dans les pourcentages de l'incidence des douleurs fantômes. Dans l'ensemble des articles que nous avons parcourus, les incidences varient avec pour les plus petites 42.2% et les plus grandes 85% (Tableau 1). La variabilité peut être due à différents facteurs : population questionnée (avec ou sans antalgie), peur des patients de parler ouvertement de ces douleurs, souvenirs erronés de la douleur dans des questionnaires rétrospectifs, moment de l'évaluation des douleurs fantômes (directement post-amputation, six mois, un an ou deux ans après), absence de distinction entre les différentes sensations post-amputation (douleurs du moignon, sensations fantômes, douleurs fantômes).

Auteurs	Dates	Incidence
Davidson J., Khor K. & Jones L.	(2010)	72%-80
Nikolajsen L. & Jensen T.S. (cités par (Nortvedt & Engelsrud, 2014)	(2006)	60-80%
Nikolajsen L. & Jensen T.S.	(2001)	60-80%
Foell J., Bekrater-Bodmann R., Flor H. & Cole J.	(2011)	72%
Nikolajsen L. & Jensen T.S. (cités par (Flor, 2002)	(1999)	50%-80%
Subedi B. & Grossberg G.	(2011)	42.2%-78.8%
Raja S. & Benzon H.	(2005)	85%
Dijkstra P., Geertzen J., Stewart R. & van der Schans C.	(2002)	49%-83%
Kern U., Busch V., Rockland M., Kohl M. & Birklein F.	(2009)	74.5%

Tableau 1 : Incidence des douleurs fantômes. Les raisons des écarts entre les pourcentages sont expliquées dans le texte.

Il existe plusieurs facteurs capables d'influencer ou même de déclencher les douleurs fantômes : le stress, le focus attentionnel ou encore le changement de temps ou de température (Flor, 2002; Foell et al., 2011; Luthi, 2012).

En ce qui concerne l'évolution des douleurs fantômes, elles apparaîtraient la plupart du temps très tôt après l'amputation, pour 75% des cas dans la première semaine (Luthi, 2012). De plus, une étude de Jensen et al. en 1985 (cité par (Raja & Benzon, 2005)) décrit une évolution au cours des six premiers mois après l'amputation avec un déclin en termes de fréquence, de durée et d'intensité.

Il y a une très grande hétérogénéité dans le ressenti des douleurs fantômes, que ce soit par leur déclenchement, leur fréquence, leur intensité, leur durée ou encore leur qualité (Curelli, 2004). Les descriptions sont très variées : comme le démontre le tableau 2 ci-dessous, une quinzaine de sensations différentes ressortent des articles que nous avons lus. Celles qui sont citées le plus souvent sont les brûlures, les crampes et les décharges électriques.

Piqué au couteau	Décharge électrique	Brûlure	Démangeaison	Crampe
Percement	Coup de feu	Palpitation	Ecrasement	Broiement
Epingle, aiguille	Contracture	Picotement	Torsion	Martèlement

Tableau 2 : Récapitulation des divers types de douleurs fantômes cités dans les documents lus (Curelli, 2004; « Douleurs liées à l'amputation | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées », 2014; Flor, 2002; Hsu & Cohen, 2013; Luthi, 2012; Nikolajsen & Jensen, 2001; Nortvedt & Engelsrud, 2014; Raja & Benzon, 2005; Subedi & Grossberg, 2011).

2.3 Mécanismes des douleurs fantômes

Les douleurs fantômes ont souvent été vues comme un trouble psychiatrique. Maintenant, nous savons que leur origine est nerveuse ; périphérique et/ou centrale (Subedi & Grossberg, 2011). Sur la base de nos recherches, nous avons choisi de développer ici uniquement les mécanismes les plus souvent cités.

2.3.1 Périphériques

- Névromes

Lors de l'amputation, des cellules nerveuses disparaissent complètement et la partie restante du nerf forme une régénération germante appelée « névrome » (Foell et al., 2011; Hsu & Cohen, 2013). Un névrome est formé de terminaisons des fibres C et des fibres A delta élargies et désorganisées (ces deux types de fibres conduisent l'influx nociceptif), montrant une activité augmentée après une stimulation du moignon (Flor, 2002) et pouvant provoquer la douleur (Foell et al., 2011). Ces stimulations peuvent être

externes (température ou mécanique) (Foell et al., 2011), internes (sensibilité chimique à des neurotransmetteurs liés au stress ou au froid) (Hsu & Cohen, 2013), ou dépendantes des canaux de sodium (surrégulés et en trop grand nombre, ils laissent passer plus d'inputs douloureux) (Devor, Govrin-Lippman, Angelides, 1993, cité par Flor, 2002).

Cependant, on ne peut pas dire que le mécanisme expliquant les douleurs fantômes soit purement périphérique, puisque l'anesthésie spinale complète, qui agit également sur la périphérie, ne peut pas toujours faire disparaître les douleurs (Raja & Benzon, 2005). De plus, comme les douleurs peuvent survenir directement après l'amputation, elles ne sont pas dues aux névromes qui ne sont pas encore formés (Flor, 2002).

2.3.2 Centraux

- Moelle épinière

Les nerfs périphériques endommagés suite à l'amputation ne sont plus tout à fait fonctionnels : les inputs des nerfs afférents vers la moelle épinière ne suivent plus le modèle normal, ce qui cause une désafférentation de la moelle épinière (perte d'inputs afférents dans la corne dorsale de la moelle épinière) (Subedi & Grossberg, 2011). Dès lors, il y a une sensibilisation de la moelle épinière qui se voit désinhibée et dont les neurones de la corne dorsale deviennent hyperexcitables (Foell et al., 2011). De plus, la réaction inhibitrice du tronc cérébral est diminuée car il reçoit moins d'inputs afférents de la moelle épinière (Hsu & Cohen, 2013).

Outre la sensibilisation de la moelle épinière, il y a une réorganisation spinale: certaines régions de la moelle épinière sont fonctionnellement désactivées car les fibres afférentes y arrivant sont lésées, mais des fibres afférentes adjacentes envahissent ces régions (Hsu & Cohen, 2013). Dans la lamina II, qui reçoit normalement les inputs des fibres A delta et C (responsables de la douleur) (Nikolajsen & Jensen, 2001), des fibres A beta (responsables du toucher), peuvent être représentées, alors qu'elles ne le sont normalement pas. Les fibres A beta sont alors perçues comme nociceptives, ce qui pourrait causer l'allodynie (douleur déclenchée par stimulus non douloureux) (Flor, 2002).

- Réorganisation corticale

En temps normal, la représentation corticale du corps prend l'image d'un homonculus, un schéma des parties du cerveau responsables d'une partie du corps, dont la grandeur est proportionnelle à l'importance de la représentation dans le cerveau (Figure 2) (Foell et al., 2011).

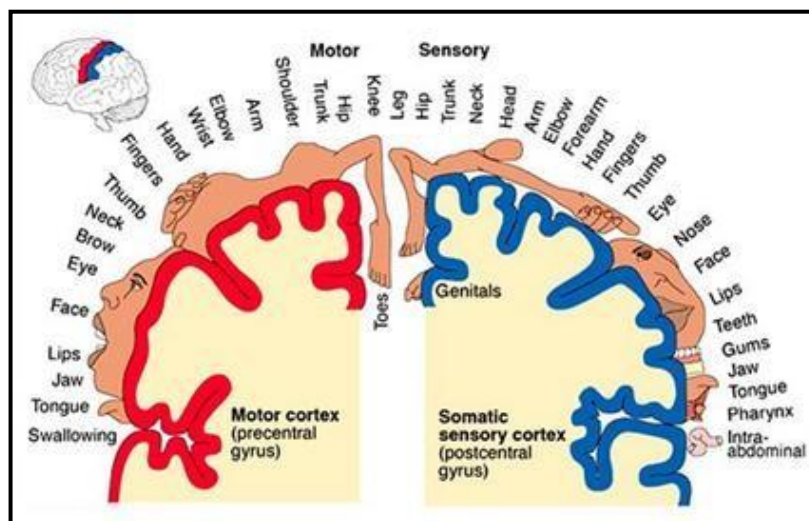


Figure 2 : Homonculus cortical moteur et sensoriel

Suite à une amputation, cet homonculus est réorganisé et des changements corticaux surviennent (Foell et al., 2011) : la région du cerveau représentant le membre manquant est envahie par des régions voisines dans le cortex somatosensoriel et le cortex moteur (Ramachandran & Hirstein, 1998). Les douleurs fantômes peuvent donc être produites suite à la stimulation d'une partie du corps dont la représentation corticale est proche de celle du membre fantôme (Hsu & Cohen, 2013). Selon des études, l'ampleur de la réorganisation corticale est proportionnelle à l'intensité des douleurs fantômes (Weeks, Anderson-Barnes, & Tsao, 2010).

- Neuromatrice

Melzack (2001) décrit la neuromatrice comme un réseau de neurones dans le cerveau. Cette neuromatrice serait notre « soi anatomique ». La distribution spatiale et les liens synaptiques de ce réseau sont déterminés génétiquement puis modifiés par les expériences sensorielles. La neuromatrice intègre toutes sortes d'inputs reçus par le corps, créant des modèles d'activité enregistrés et synthétisés dans le cerveau comme une « neurosignature » : celle-ci est perpétuellement modifiée par notre conscience et notre perception du corps (Subedi & Grossberg, 2011). La neurosignature est ensuite

envoyée aux différentes parties du cerveau où les inputs nerveux sont conscientisés (R. Melzack, 2001).

Dans le cas de l'amputation, comme il y a moins d'inputs venant du membre manquant (R. Melzack, 2001), il se crée une neurosignature anormale, responsable des douleurs (Giummarra, Gibson, Georgiou-Karistianis, & Bradshaw, 2007). Les douleurs fantômes sont donc causées par l'essai non concluant de la neuromatrice de maintenir le schéma corporel dans sa globalité (Giummarra et al., 2007).

- Mémoire de la douleur et mémoire proprioceptive

Beaucoup de personnes amputées ressentent les douleurs qu'ils avaient avant l'amputation dans leur membre manquant, de la même qualité et au même endroit: il s'agit de la mémoire somatosensorielle (Katz & Melzack, 1990).

Il y a plusieurs facteurs influençant le développement de la mémoire somatosensorielle : la douleur pré-amputation, le temps entre la douleur et l'amputation ou le type et le lieu des douleurs (Katz & Melzack, 1990).

Weeks (2010) parle d'une « mémoire proprioceptive » que l'on peut qualifier comme étant la mémoire de la position spécifique d'un membre. Cette dernière continue d'exister après l'amputation, donc le cerveau se rappelle des informations motrices et sensorielles concernant le membre manquant (par exemple une sensation de crampe ou de fatigue articulaire dans le membre manquant). Comme les circuits nerveux qui circulaient jusqu'au membre manquant sont toujours intacts, la proprioception fonctionne toujours, mais elle perçoit une fausse représentation du membre (Weeks et al., 2010).

- Neurones miroirs

Les neurones miroirs sont activés quand une personne fait une action mais aussi lorsqu'elle voit quelqu'un faire cette action ou lorsqu'elle imagine faire l'action. Chez une personne amputée, les neurones miroirs activés vont accentuer le schéma corporel et en particulier la représentation du membre amputé, ce qui le rendra plus « réel », augmentant donc les sensations perçues (Giummarra et al., 2007). Dans une étude de Giummarra et al. en 2006 (cité par (Giummarra et al., 2007), des patients amputés ont dit ressentir une douleur fantôme quand ils observaient une personne ressentir de la douleur : cela peut être expliqué par le système miroir qui recréerait la douleur observée dans le schéma corporel. De plus, quand une personne amputée observe quelqu'un faire

un mouvement avec un membre qui chez elle n'existe plus, elle peut ressentir des douleurs fantômes (« empathie posturale ou somatique ») (Giummarra et al., 2007).

2.4 Traitements des douleurs fantômes

Le but de notre travail est de recenser les traitements pouvant être prodigués par un physiothérapeute. Cependant, nous avons également souhaité développer les autres traitements qui entrent dans la prise en charge de ces douleurs (médicaux, psychologiques, préventifs) dans une idée pluridisciplinaire, afin de pouvoir conseiller au mieux nos patients.

2.4.1 Traitements médicaux

- Pharmacologie

Dans le traitement des douleurs fantômes, il existe diverses catégories de médicaments pouvant aider à leur soulagement : les opioïdes, les antidépresseurs tricycliques, les antiépileptiques, les bloqueurs des canaux de sodium et les antagonistes N-méthyl-D-aspartate (NMDA). Certains agissent au niveau spinal par l'inhibition des voies douloureuses et au niveau supraspinal par la diminution de la réorganisation corticale (Huse et al. en 2001 cité par (Hsu & Cohen, 2013). De plus, ils peuvent renforcer les voies inhibitrices descendantes, activer les neurotransmetteurs inhibiteurs, diminuer la réception des neurotransmetteurs excitateurs et bloquer les canaux de sodium (Hsu & Cohen, 2013; Subedi & Grossberg, 2011).

Pour plus de détails sur les différents médicaments utilisés et leurs actions ciblées, veuillez vous référer à l'annexe I.

- Chirurgie

Le traitement chirurgical des douleurs fantômes ne semble pas être significativement efficace. Cependant, il peut être envisagé lorsque les autres traitements n'ont aucun effet, en prenant en considération les infections ou les risques liés à tout traitement invasif (Foell et al., 2011).

Les techniques chirurgicales peuvent être divisées en deux catégories : les techniques neuromodulatrices et les techniques reconstructrices (Hsu & Cohen, 2013). Le but des techniques neuromodulatrices est d'influencer les changements survenus dans le système nerveux central et périphérique par le biais de stimulations internes (Manchikanti & Singh, 2004). Les techniques reconstructrices sont particulièrement

efficaces pour diminuer des douleurs du moignon (par exemple en cas de problèmes vasculaires ou d'infections), mais beaucoup moins pour les douleurs fantômes (Hsu & Cohen, 2013).

Il existe également des techniques dites « destructrices », comme des lésions de la corne dorsale ou la résection de ganglions spinaux. Cependant, vu l'importante probabilité de complications sévères et comme les douleurs sont le plus souvent diminuées seulement sur un certain laps de temps, cette méthode est très rarement utilisée (Hsu & Cohen, 2013).

2.4.2 Traitements complémentaires

- Psychologie

Les thérapies psychologiques ont pour but d'aider le patient à gérer sa douleur, à s'adapter à sa nouvelle image corporelle et à gérer les émotions négatives liées à son amputation (Hsu & Cohen, 2013). Les plus utilisées pour le traitement des douleurs fantômes sont l'hypnose et la thérapie cognitivo-comportementale (Niraj & Niraj, 2014). L'hypnose est une thérapie durant laquelle un but cherche à être atteint par des suggestions (Niraj & Niraj, 2014). Dans la thérapie cognitivo-comportementale, le patient apprend à modifier ses pensées (cognitions) pour lui permettre de gérer sa douleur (Chassot, Piguet, Remund, Luthy, & Cedraschi, 2006; Niraj & Niraj, 2014). Ces deux thérapies semblent efficaces dans le traitement des douleurs chroniques, mais peu d'études spécifiques aux douleurs fantômes ont été réalisées (Hsu & Cohen, 2013; Niraj & Niraj, 2014).

Une autre méthode utilisée est le biofeedback ; grâce au feedback qu'il reçoit sur une fonction de son corps, le patient apprend à prendre le contrôle d'un processus physiologique autonome par ses pensées (cognitions) (Niraj & Niraj, 2014; Subedi & Grossberg, 2011). Par exemple, le biofeedback par température semble fonctionner lors de douleurs fantômes de type brûlure (Subedi & Grossberg, 2011) : grâce à des capteurs déterminant la température de la peau, le patient imagine une situation dans laquelle il a froid pour que ses vaisseaux se rétrécissent, ce qui engendrera une baisse de température de sa peau (Middaugh et al., 2001).

- Prévention

Une analgésie (médicaments ou anesthésie) peut être réalisée en amont de l'opération, intra-opératoire ou rapidement après l'opération. Son but est de prévenir la sensibilisation de la moelle épinière et les changements centraux en empêchant les inputs douloureux d'arriver au système nerveux central (Flor, 2002).

Il semblerait qu'une anesthésie périphérique (épidurale) en plus d'une anesthésie générale permettrait d'empêcher les inputs douloureux d'arriver à la moelle épinière et aux centres supraspinaux. Cependant, les études menées jusqu'à aujourd'hui dans ce domaine n'offrent pas de résultats constants : la cause pourrait être la présence de douleurs avant l'amputation, qui auraient déjà causé des changements au niveau central et cortical. (Flor, 2002). En revanche, il semblerait que les thérapies préventives basées sur les mécanismes supraspinaux des douleurs fantômes, par exemple la thérapie miroir, soient des pistes à ne pas négliger. Des études plus approfondies sont toutefois encore nécessaires (Hsu & Cohen, 2013).

- Acupuncture

Plusieurs études rapportent une diminution des douleurs fantômes grâce à l'acupuncture, comme le cite Xing (1998). Dans son étude de cas, Bradbrook (2004) a effectué un traitement d'acupuncture sur trois patients. Pour chacun d'eux, le traitement s'est fait sur leur membre intact, dans le but d'apporter au système nerveux un input afférent normal, résultant en une diminution des douleurs fantômes grâce à un effet analgésique. Les points d'acupuncture ont été effectués sur les mêmes endroits anatomiques que les zones douloureuses ressenties du côté du membre fantôme. De plus, il existe un effet analgésique connu de certains points. L'efficacité de l'acupuncture résiderait donc dans son effet sur les mécanismes centraux des douleurs fantômes.

2.4.3 Traitements physiothérapeutiques

- Stimulation nerveuse électrique transcutanée

Le TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation) consiste en l'application d'électrodes (Figure 3), dans la mesure du possible sur le moignon, dont la fréquence et l'intensité peut varier (Berger, 1980). Dans le cadre des



Figure 3 : Proposition d'emplacement des électrodes pour des douleurs fantômes dans la jambe.

douleurs fantômes, il existe différentes modalités que l'on peut utiliser : conventionnel, endorphinique ou stimulation intense et brève (Roques, 1997)

Le TENS conventionnel agit sur les douleurs fantômes par la théorie du « gate control » (terme utilisé uniquement en anglais) : par des stimulations de basses fréquences, on parviendra à exciter les fibres sensibles de gros calibre non-douloureuses, dont le seuil d'excitabilité est plus bas que celui des fibres douloureuses. L'information arrivant au cerveau sera donc différente de la douleur. Avec ce type de traitement, les sensations perçues par le patient ne devraient pas être désagréables, mais il peut ressentir des fourmis, des picotements ou un léger engourdissement (Roques, 1997). Selon Roques (1997), cette modalité devrait être utilisée « en première intention » en cas de douleurs persistantes (musculosquelettiques ou neurologiques) chez les amputés.

Si le TENS conventionnel ne semble pas suffire, on peut essayer un TENS endorphinique, soit de très basse fréquence. Ce type de stimulation permet la production de peptides opioïdes chargés de la régulation de la substance P, dont le rôle est de conduire les inputs nociceptifs (Roques, 1997).

Pour terminer, il existe encore le TENS de stimulation intense et brève. Ce dernier agit sur le tronc cérébral en activant les voies descendantes inhibitrices de la douleur. De plus, il permettrait d'agir sur la mémoire des inputs nociceptifs. Avec ce type de TENS, il est normal que le patient ressente des sensations désagréables (Roques, 1997).

Pour le détail des réglages, veuillez vous référer à l'annexe II.

- Thérapie miroir / réalité virtuelle / imagerie mentale

Dans la thérapie miroir, le patient place ses deux membres de part et d'autre d'un miroir se trouvant dans une boîte, si bien qu'il voit la réflexion de son membre intact dans le miroir, lui donnant l'impression que son membre fantôme est encore présent (Figure 4) (Flor, 2002). En faisant un mouvement avec son membre intact,



Figure 4 : Thérapie miroir

le patient aura des sensations de mouvement, et donc de contrôle, dans son membre fantôme, grâce au feedback visuel du miroir (Knotkova, Cruciani, Tronnier, & Rasche, 2012). En effet, la thérapie miroir permet une « convergence des inputs visuels et proprioceptifs » dans le cerveau, lui redonnant une représentation correcte du membre fantôme (Foell, Bekrater-Bodmann, Diers, & Flor,

2014), ce qui diminuerait les douleurs. Foell et al. (2014) ont montré qu'il y a un changement dans la réorganisation corticale du cortex somatosensoriel primaire suite à la thérapie miroir : la représentation du membre manquant dans le cortex somatosensoriel des deux hémisphères semble redevenir identique. De plus, il a été démontré que les neurones miroirs participent à l'efficacité de la thérapie miroir, car lorsque le thérapeute touche le miroir, le patient peut ressentir, dans le membre fantôme, des sensations tactiles créées par les neurones miroirs, ce qui le rend plus réel (Ramachandran et Rogers-Ramachandran, 2008, cité par (Weeks et al., 2010).

Une alternative à la thérapie miroir, et qui a les mêmes effets, est la réalité virtuelle, aussi appelée imagerie virtuelle ou réalité augmentée. Pour cette thérapie, le patient porte des lunettes de réalité augmentée, avec lesquelles il voit l'environnement externe normal mais aussi son membre amputé comme s'il était toujours présent, dans la continuité de son membre résiduel (Frey, 2014). Par rapport au miroir, la thérapie de réalité virtuelle permet aux patients d'être plus libres dans leurs mouvements, mais son désavantage est le manque de ressemblance du membre virtuel et du membre sain. Des chercheurs travaillent actuellement sur ce problème pour améliorer cette thérapie (Klein, 2013).

L'imagerie mentale, aussi appelée visualisation mentale ou imagerie motrice, demande aux patients d'imaginer mentalement l'exécution d'un mouvement avec leur membre fantôme en fermant les yeux (Chan et al., 2007). Les effets de l'imagerie mentale sont l'activation des cortex moteurs et sensoriels, ainsi que la stimulation assez importante des neurones désafférentés pour permettre de réduire la réorganisation corticale (MacIver, Lloyd, Kelly, Roberts, & Nurmikko, 2008).

- Prothèse

Il existe des prothèses myoélectriques, qui restaurent l'image du membre amputé et avec lesquelles le patient peut contrôler un mouvement et recevoir un feedback somatosensoriel (Foell et al., 2011). Ces prothèses ont une action similaire à la thérapie miroir pour diminuer les douleurs fantômes : recréant le membre manquant, elles apportent un sentiment d'appartenance et de contrôle du membre. Par contre, les prothèses ne sont parfois pas bien tolérées et peu portées, car elles peuvent créer des douleurs dans le moignon, et leur utilité est parfois mal comprise par le patient (Foell et al., 2011). Selon Lotze et al. (2001) (cité par (Flor, 2002), l'utilisation régulière d'une

prothèse myoélectrique pour effectuer des tâches de la vie quotidienne semblerait diminuer la réorganisation corticale en amenant au cerveau des informations constantes sur le membre fantôme et, de ce fait, réduirait les douleurs.

- Entraînement sensoriel discriminatoire

Lorsque les douleurs persistent et se chronicisent (douleurs fantômes ou non), il s'en suit un déficit dans la perception tactile et, avec le temps, une perturbation des représentations dans le cortex somatosensoriel primaire (Koller & Luomajoki, 2013).

L'entraînement sensoriel discriminatoire consiste en l'application de stimuli tactiles sur le membre résiduel. Durant cet entraînement, les patients doivent rapporter la localisation ainsi que la fréquence de ces stimuli (Foell et al., 2011). Pour les stimuli, il est possible d'utiliser différents outils, comme par exemple un pied à coulisse avec deux pointes (Figure 5) (Koller & Luomajoki, 2013) ou des électrodes (Flor, Denke, Schaefer, & Grüsser, 2001). Par ce traitement, il serait possible de modifier et d'améliorer les changements corticaux survenus (Koller & Luomajoki, 2013).



Figure 5 : Pied à coulisse pour l'entraînement sensoriel discriminatoire

3. METHODE

3.1 PICO

Nous avons formulé notre question de recherche selon la méthode « PICO ».

Population : nous avons choisi de sélectionner une population incluant des adultes amputés unilatéralement du membre supérieur ou inférieur, toutes étiologies confondues.

Intervention : nos interventions englobent les traitements réalisables par un physiothérapeute.

Comparaison : nous n'avons pas de comparaison puisque notre but n'est pas de comparer des traitements entre eux, mais de recenser les possibilités existantes.

Outcome (résultat) : nous recherchons les effets des différents traitements sur la diminution des douleurs fantômes.

3.2 Stratégie de recherche

La réalisation de notre stratégie a été élaborée à deux, en se focalisant sur trois moteurs de recherches : PubMed, Cochrane et CINAHL. Pour chacun d'eux, nous avons effectué une recherche booléenne spécifique, contenant au moins la population et l'outcome. Pour les bases de données PubMed et CINAHL, nous avons également inclus les interventions que nous avons choisies après la réalisation du cadre théorique. Les mots-clés concernant une catégorie (population, intervention, outcome) ont été associés par des OR, tandis que les catégories entre elles ont été combinées avec AND. Ces équations sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

PubMed	((((amputation) OR amputee)) AND (((((((TENS) OR transcutaneous electrical nerve stimulation)) OR ((prosthesis) OR artificial limb)) OR sensory discrimination) OR ((mental imagery) OR graded motor imagery)) OR (((mirror therapy) OR mirror box) OR visual feedback)) OR physical therapy) OR (((virtual reality) OR virtual imagery) OR augmented reality))) AND ((phantom pain) OR phantom limb pain)
CINAHL	((((amputation) OR amputee)) AND (((((((TENS) OR transcutaneous electrical nerve stimulation)) OR ((prosthesis) OR artificial limb)) OR sensory discrimination) OR ((mental imagery) OR graded motor imagery)) OR (((mirror therapy) OR mirror box) OR visual feedback)) OR physical therapy) OR (((virtual reality) OR virtual imagery) OR augmented reality))) AND ((phantom pain) OR phantom limb pain)
Cochrane	(amputation OR amputee) AND (phantom pain OR phantom limb pain)

Tableau 3 : Stratégies de recherche par base de données

Les recherches ont été effectuées jusqu'au 28 février 2015, après quoi nous recevions chaque semaine des alertes des moteurs de recherches nous informant d'éventuelles nouvelles études. Ces alertes ont été prises en compte jusqu'au 31 mars 2015.

3.3 Critères d'inclusion, d'exclusion et sélection des articles

La population choisie inclut un large panel puisque dans la pratique, il y a une grande hétérogénéité entre les patients. En revanche, nous avons exclu les personnes amputées bilatéralement, pour qui certains de nos traitements choisis nécessitent des adaptations et des modalités spécifiques.

Concernant les traitements, notre question portant sur les interventions physiothérapeutiques, nous avons choisi d'exclure les autres traitements existants et ceux qui ne pourraient pas être utilisés après la formation de base en physiothérapie.

De plus, nous nous sommes focalisées sur les thérapies agissant sur les douleurs fantômes post-amputation existantes, en laissant de côté l'aspect préventif.

Pour le choix des études, une sélection a été faite par traitement, en recherchant, dans la mesure du possible, des études contrôlées. Si elles n'existaient pas, nous avons choisi d'autres types d'étude en descendant dans la pyramide de l'évidence.

Les critères de sélection des études sont répertoriés dans le tableau 4 ci-dessous.

	INCLUSION	EXCLUSION
Population	Amputés MS ou MI unilatéral	Amputés bilatéraux
	Adultes de plus de 18 ans	Enfants amputés
	Toutes étiologies confondues	
Interventions	Physiothérapie	Pharmacologie
	TENS	Chirurgie
	Thérapie miroir	Psychologie
	Prothèse	Stimulation du système nerveux central
	Réalité virtuelle	Injection/Anesthésie
	Entraînement sensoriel discriminatoire	Acupuncture
	Imagerie mentale	Traitements préventifs
Type d'étude	RCTs et études contrôlées en priorité	Autres études
Outcome	Diminution des douleurs fantômes (quantitative)	Effets uniquement sur sensations fantômes ou douleurs du moignon, effets qualitatifs

Tableau 4 : Critères d'inclusion et d'exclusion pour la sélection des études. // MS : membre supérieur, MI : membre inférieur, RCT : randomised controlled trials (études randomisées contrôlées)

Concernant la sélection des articles, nous avons procédé de manière méthodique en commençant par un tri des titres, qui devaient contenir les termes « phantom pain » ou « chronic pain » ainsi qu'au moins un des traitements de nos critères d'inclusion. Puis, nous avons lu les résumés des articles retenus afin d'affiner la sélection selon nos critères d'inclusion. Pour terminer, la lecture des textes intégraux restants nous a permis de faire la sélection finale. Toutes les étapes ont été effectuées chacune de notre côté avant une mise en commun pour les décisions finales.

3.4 Evaluation de la qualité des articles : « Risk of bias assessment Tool »

Après la sélection finale de nos articles, cinq de nos six études étaient contrôlées. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser l'outil « Risk of Bias » (risque de biais) de Cochrane, qui permet d'évaluer la qualité des études contrôlées. Cependant, nous étions conscientes que pour l'unique étude de cas, les risques de biais seraient plus élevés.

Cette grille d'évaluation comporte sept items décrivant les différents risques de biais pouvant être trouvés dans une étude : « random sequence generation » (les groupes ont-ils été formés de manière aléatoire ?), « allocation concealment » (la formation des groupes a-t-elle été faite de manière dissimulée ?), « blinding of participants and

personnel » (est-ce que les participants et le personnel n'avaient pas connaissance de l'intervention menée ?), « blinding of outcome assessment » (l'interprétation des résultats a-t-elle été faite de manière aveugle ?), « incomplete outcome data » (les données incomplètes de résultat sont-elles expliquées ?), « selective reporting » (les résultats correspondent-ils aux données de départ ?), « other sources of bias » (autres biais possibles). La première partie de la grille consiste à rapporter la présence ou non de l'item dans l'étude, et dans la deuxième partie, les évaluateurs donnent leur propre jugement par rapport au risque. A la fin, pour chaque item, le risque sera défini entre « low risk » (risque faible) , « high risk » (haut risque) et « unclear risk » (risque pas clair) (Higgins, Altman, & Sterne, 2011). Pour notre travail, nous avons décidé d'utiliser tous les items de la grille, sauf le dernier (« other sources of bias ») et nous avons séparé « blinding of participants » et « blinding of personnel », car dans les études choisies, il est arrivé que le risque soit différent pour ces deux paramètres.

En premier lieu, nous avons évalué les études chacune de notre côté, en utilisant la grille du programme *Review Manager 5.2*, puis nous avons mis en commun nos résultats pour obtenir une échelle définitive.

3.5 Outils de mesure des études

L'échelle visuelle analogique (EVA), utilisée dans les études de Chan et al. (2007) et Weiss et al. (1999), mesure l'intensité subjective de la douleur de 0 à 10 centimètres (cm) ou 100 millimètres (mm).

Le McGill Pain Questionnaire (MPQ), utilisé par Katz et al. (1991), évalue la douleur d'un point de vue quantitatif et qualitatif. Pour cette étude, nous avons choisi de nous baser sur les valeurs du « Pain Rating Index Total » (PRI-T, entre 0 et 78), qui correspond à la somme des intensités des adjectifs choisis par le patient pour qualifier sa douleur, toutes catégories confondues.

Le West-Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI), utilisé par Flor et al. (2001), est un questionnaire évaluant l'intensité de la douleur sur la base de 52 items que le patient évalue sur des échelles allant de 0 à 6.

Pour plus de détails sur ces outils de mesure, veuillez vous référer à l'annexe III.

3.6 Méthode pour l'extraction des données

Pour l'extraction des données, nous avons analysé chaque étude de manière individuelle puisqu'il s'agissait de traitements différents, y compris pour les deux études sur le TENS (les interventions ne sont pas comparables : TENS auriculaire et TENS appliqué sur le membre restant).

Dans le cadre de notre travail, nous souhaitons évaluer uniquement les effets des traitements en comparaison avec leur placebo. C'est pourquoi nous n'avons pas pris en compte les résultats du groupe « TENS factice + chlorpromazine » pour l'étude de Finsen et al. (1988) et du groupe « visualisation mentale » pour l'étude de Chan et al. (2007) qui concerne la thérapie miroir. Pour l'étude de Katz et al. (1991), nous n'avons pas analysé les données des groupes « sensations fantômes » et « pas de fantôme » car le but de notre travail est d'évaluer les effets sur les douleurs fantômes uniquement.

Pour l'analyse des résultats, nous avons utilisé le programme *Review Manager 5.2* quand cela était possible. Pour les études qui ne le permettaient pas, nous avons effectué une analyse narrative de leurs résultats : cela concernait l'étude de cas de Murray et al. (2007) et l'étude contrôlée de Weiss et al. (1999). Nous avons sélectionné les données les plus proches de la fin du traitement. S'il y avait un « follow-up » (terme utilisé uniquement en anglais), nous avons reporté les résultats dans le texte.

Les études de Flor et al. (2001), Katz et al. (1991) et Chan et al. (2007) ne contenaient pas de données numériques sur l'évolution des douleurs fantômes, nous avons donc mesuré manuellement les données à l'aide des diagrammes de résultats trouvés dans les études et d'une règle de trois.

4. RESULTATS

4.1 Résultats des recherches

4.1.1 Sélection des articles

Les équations booléennes entrées dans les bases de données PubMed, CINAHL et Cochrane ont révélé 535 articles. Selon les critères définis au départ, nous avons procédé à une sélection en plusieurs étapes (cf. point 3.3). Après avoir parcouru les titres, nous en avons retenus 71, puis 52 après la suppression des doublons. L'analyse des résumés nous a permis de réduire ce nombre à neuf. Et, pour terminer, la lecture des textes complets nous a conduites à la sélection de six articles finaux (Figure 6). Au terme de cette sélection, nous nous sommes retrouvées avec des études correspondant à nos critères pour chaque traitement que nous avons choisis, sauf pour l'imagerie mentale.

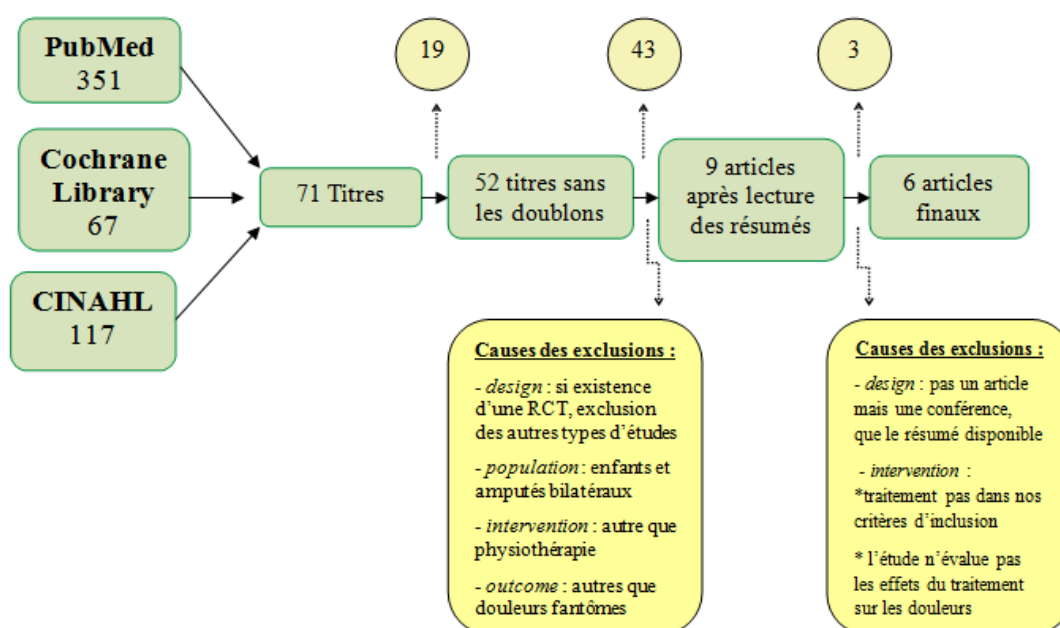


Figure 6 : Diagramme de la sélection des études // RCT : randomised controlled trial

4.1.2 Etudes incluses

Nous avons réparti par traitement les études finales sélectionnées : deux pour le TENS, une pour la thérapie miroir, une pour la réalité virtuelle, une pour les prothèses et une pour l'entraînement sensoriel discriminatoire. Nous avons répertorié les informations principales concernant ces études dans le tableau descriptif 5.

	<i>Auteur, date, design</i>	<i>Patients</i>	<i>Groupes et interventions</i>	<i>Outcomes et outils de mesure des douleurs fantômes</i>
<i>TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation)</i>	Finsen et al., 1988 <i>RCT</i>	- N début: 52 - N fin : 49 - Amputation majeure du MI - Causes : diabète, athérosclérose	Groupe A : TENS factice + chlorpromazine (N=15) Groupe B : TENS factice seul (N=19) Groupe C : TENS actif de basse fréquence (N=17) - application du TENS sur la partie restante du membre amputé - analgésiques sur demande pour tous - 30 minutes, 2 fois par jour durant 2 semaines post-opératoires - « Follow-up » : à 16 semaines et à 1 an	- Douleurs fantômes : nombre médian des doses d'analgésiques prises et questions sur la présence de douleurs fantômes - Autre outcome : guérison du moignon
	Katz et al., 1991 <i>Placebo controlled cross-over</i>	- N : 28 - Amputés du MS ou MI - Causes : maladies vasculaires périphériques (diabète inclus), accidents, thromboses artérielles, tumeurs, radiations, poliomyélite	- Patients répartis en 3 groupes selon leurs symptômes : Douleurs fantômes (N=11) Sensations fantômes (N=9) Pas de fantôme (N=8) - Suppression de la prise de médicaments pour douleurs fantômes Intervention : TENS de basse fréquence sur lobes des oreilles ou TENS placebo inactif → Une session de 30 minutes de chacun des TENS (actif et inactif) pour chaque patient	- Douleurs fantômes : McGill Pain Questionnaire avant et après chaque session - Autres outcomes : intensité du membre fantôme, sensations référées, humeur
<i>Thérapie miroir</i>	Chan et al., 2007 <i>RCT</i>	- N début: 22 - N fin: 18 - Amputés du MI - Causes : pas précisées	Groupe miroir (N=6) : mouvements avec membre fantôme en regardant le reflet en mouvement du membre sain dans le miroir Groupe miroir caché (N=6) : même mouvement avec les deux membres (sain et fantôme) mais reflet masqué Groupe visualisation mentale (N=6) : imaginer un mouvement avec le membre fantôme en fermant les yeux - 15 minutes par jour durant 4 semaines	- Intensités des douleurs fantômes : EVA de 100mm - Nombre et durée des épisodes douloureux : rapportés par le patient
<i>Réalité virtuelle</i>	Murray et al., 2007 <i>Etude de 3 cas</i>	- N: 3 - Amputés du MS ou MI - Causes : accident de natation, accident du travail, chute	- 2 à 5 sessions de 30 minutes de réalité virtuelle immersive → membre virtuel représentant le membre fantôme	- Douleurs fantômes : journal de la douleur tenu par les patients entre les séances, mesure sur 10 - Autre outcome : expérience qualitative du fantôme
<i>Prothèse</i>	Weiss et al., 1999 <i>Étude contrôlée</i>	- N : 21 - Amputés du MS utilisant une prothèse - Causes : traumatisme ou ostéosarcomes	Groupe intervention (N=9): prothèse mécanique de Sauerbruch Groupe contrôle (N=12) : prothèse cosmétique → la prothèse Sauerbruch permet un contrôle moteur et donne un feedback somatosensoriel → pour les deux groupes, pas d'indication sur la durée du port de la prothèse	- Douleurs fantômes : EVA de 10 cm
<i>Entraînement sensoriel discriminatoire</i>	Flor et al., 2001 <i>RCT</i>	- N: 10 - Amputés du MS - Causes : pas précisées	Groupe intervention (N=5) : entraînement sensoriel guidé par feedback → 10 sessions de 90 minutes (réparties sur deux semaines), stimulation électrique non-douloureuse sur le moignon Groupe contrôle (N=5) : traitement standard → médicaments analgésiques, TENS ou physiothérapie « Follow-up » : à 3 mois	- Douleurs fantômes : West-Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory - Autres outcomes : habilité à discriminer la localisation et la fréquence des stimuli, réorganisation corticale

Tableau 5 : Tableau descriptif des études incluses // RCT : randomised controlled trial, N : nombre de participants, MS : membre supérieur, MI : membre inférieur, EVA : échelle visuelle analogique

4.2 Qualité des articles

En regardant globalement la grille d'évaluation des risques de biais de nos études, on constate qu'il y a un risque élevé de biais (plus de 50% des items) (Figure 7). Les items les plus concernés sont les trois qui évaluent le « blinding », sachant que le « blinding of participants » et le « blinding of outcome assessment » sont chaque fois identiques, l'évaluateur de l'outcome (douleurs fantômes) étant le sujet lui-même.

Pour le TENS, l'étude randomisée et contrôlée (randomised controlled trial, RCT) de Finsen et al. (1988) présente autant de risque de biais (3/7 « hauts risques ») que celle de Katz et al. (1991).

Les risques de biais de l'étude de Chan et al. (2007) sur la thérapie miroir sont élevés (5/7 « hauts risques »). De plus, sur les deux items restants, un ne peut pas être clairement évalué.

L'étude de Murray et al. (2007) sur la thérapie virtuelle présente des risques de biais élevés. Cela s'explique facilement, puisqu'il s'agit d'une étude de cas : la plupart des items sont donc impossibles à respecter.

Pour les prothèses, l'étude de Weiss et al. (1999) n'a qu'un seul item à faible risque. Sur les six autres, trois ont un risque élevé et trois ne sont pas clairement définis.

Les risques de biais de l'étude sur l'entraînement sensoriel discriminatoire de Flor et al. (2001) sont modérément élevés (3/7 items « hauts risques »), sachant que deux des quatre restants ne sont pas clairs.

Le détail de l'évaluation des items pour chaque étude est consultable dans l'annexe IV.

4.3 Extraction des données

Dans le cadre de l'extraction des données de nos études, nous avons sélectionné les résultats concernant seulement les traitements qui nous intéressaient et les effets sur les douleurs fantômes uniquement.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of personnel	Blinding of participants	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)
Chan 2007	+	?	-	-	-	-	-
Finsen 1988	-	?	-	+	+	-	+
Flor 2001	+	?	-	-	-	?	+
Katz 1991	-	+	-	+	+	?	-
Murray 2007	-	-	-	-	-	+	+
Weiss 1999	?	?	-	-	-	?	+

Figure 7 : Résumé de l'évaluation des risques de biais. Point vert : « risque faible », point jaune : « risque pas clair », point rouge : « haut risque ».

4.3.1 TENS

Pour cette thérapie, nous avons inclus deux études contrôlées.

Les participants (cf. Tableau 5) de l'étude randomisée contrôlée de Finsen et al. (1988) ont tous reçu des traitements de 30 minutes, deux fois par jour, durant deux semaines.

Après les deux semaines de traitement, le nombre médian d'analgésiques pris par les 13 patients restants du groupe TENS était de 2, tandis que pour les 13 patients restants du groupe TENS factice il était de 8.

Par la suite, un « follow-up » sur les plaintes liées aux douleurs fantômes a été effectué. À 16 semaines, aucun des 10 patients du groupe expérimental ne ressentait des douleurs, tandis que 7/12 patients du groupe contrôle en souffraient. Après une année, ils étaient 3/8 à s'en plaindre pour le groupe TENS et 5/9 pour le groupe TENS factice.

Puisque l'étude rapporte des données à l'aide du médian et non de la moyenne, nous avons évalué la répartition des données, qui s'avère être anormale. Cependant, nous avons décidé de ne pas exclure cette étude puisqu'elle était l'unique étude contrôlée à traiter de l'application du TENS sur le moignon. L'analyse de l'étude avec le programme *Review Manager 5.2* montre que ses résultats ne sont pas statistiquement significatifs (Std. Mean Difference -0.60 [95% IC -1.39, 0.19]) (Figure 8).

L'étude contrôlée cross-over de Katz et Melzack (1991) évalue deux interventions qu'ils appliquent à tous les patients aux lobes des oreilles : une session de 30 minutes de TENS actif et une session de 30 minutes de TENS inactif. L'étude sépare les patients en trois groupes (cf. Tableau 5).

Suite à la session de TENS actif, une diminution des douleurs fantômes de 3,92 (de 14.52 avant le traitement à 10.6 après le traitement) selon le McGill Pain Questionnaire a été constatée, tandis qu'après le traitement de TENS inactif cette différence s'élevait à -0.32 (de 18.48 avant le traitement à 18.16 après le traitement).

L'analyse de l'étude avec le programme *Review Manager 5.2* montre que ses résultats sont statistiquement significatifs (Std. Mean Difference -2.49 [95% IC -3.66, -1.33]) (Figure 8).

4.3.2 Thérapie miroir

L'étude randomisée contrôlée de Chan et al. (2007) compare trois groupes (cf. Tableau 5) ayant tous reçu des traitements de 15 minutes par jour durant quatre semaines.

Le score de l'EVA des douleurs fantômes des six patients du groupe « thérapie miroir » (100%) a diminué avec un changement médian de -24 mm (de 30.19 mm au début du traitement à 6.19 mm à la fin du traitement). Il en est de même pour la fréquence ainsi que pour la durée des épisodes douloureux.

Concernant le groupe « miroir caché », un changement médian de -1.86 mm (de 33.45 mm au début du traitement à 34.69 mm à la fin du traitement) a été constaté. Les douleurs fantômes se sont péjorées pour trois patients (50%), tandis que seulement un patient (17%) a constaté une amélioration.

Suite à ces quatre semaines, neuf patients des groupes « visualisation mentale » et « miroir caché » ont reçu des traitements de thérapie miroir durant quatre semaines supplémentaires : 8/9 patients (89%) ont alors ressenti une diminution de leurs douleurs fantômes.

L'analyse de l'étude avec le programme *Review Manager 5.2* montre que ses résultats sont statistiquement significatifs (Std. Mean Difference -1.41 [95% IC -2.74, -0.09]) (Figure 8).

4.3.3 Réalité virtuelle

Dans l'étude de cas de Murray et al. (2007), trois patients ont participé à des sessions de 30 minutes de réalité virtuelle immersive.

Le premier patient, un homme de 63 ans, amputé traumatique du membre supérieur depuis 12 ans, souffrait de douleurs fantômes sévères et a suivi cinq sessions de réalité virtuelle réparties sur trois semaines. Ces thérapies lui ont offert un soulagement de ses douleurs fantômes après chaque session, mais qui n'ont perduré que quelques heures. Les premiers jours suivant la troisième session, il évaluait ses douleurs à 6.8/10, mais les jours suivants, elles ont augmenté à 8.3/10.

Le second, un homme de 60 ans, amputé traumatique du membre inférieur depuis 12 ans, souffrait de douleurs fantômes moins sévères que le premier et a suivi trois sessions de réalité virtuelle réparties sur trois semaines. Le patient avait des nausées durant les deux premières sessions et n'a pas perçu de changement dans ses douleurs fantômes.

Après la troisième session, les nausées ont cessé et les douleurs ont diminué de 7/10 à 3/10.

La troisième, une femme de 65 ans, amputée traumatique du membre supérieur il y a une année, souffrait de douleurs fantômes constantes mais variables en intensité et a suivi deux sessions de réalité virtuelle réparties sur trois semaines. Cette patiente a reporté une nette amélioration de ses douleurs dès la première session de traitement.

4.3.4 Prothèse

L'étude contrôlée de Weiss et al. (1999) compare deux types de prothèse : la prothèse mécanique de Sauerbruch (groupe expérimental) et une prothèse cosmétique (groupe contrôle) (cf. Tableau 5).

Suite au port de la prothèse Sauerbruch, la moyenne du score de l'EVA est descendue de 4.7 cm à 1.2 cm (-3.5 cm) : 5/9 patients n'avaient plus du tout de douleurs fantômes, 2/9 présentaient encore des douleurs mais avec une diminution de leur intensité et les deux derniers patients, qui ne souffraient pas de douleurs fantômes avant le port de la prothèse, n'en présentaient toujours pas après.

Concernant la prothèse cosmétique, la moyenne du score de l'EVA a augmenté de 5 cm avant le port de la prothèse à 7 cm après le port de la prothèse (+ 2 cm) : 2/12 patients ont ressenti une diminution de leurs douleurs fantômes, 5/12 pas de changement et 5/12 une augmentation. De plus, au départ, cinq patients ne souffraient pas de douleurs fantômes, et suite au port de la prothèse cosmétique, trois en ont développées.

Nous n'avons pas pu réaliser l'analyse de cette étude avec le programme *Review Manager 5.2*, car il n'était pas possible de calculer l'écart-type (pas précisé dans l'article, absence de valeur p et manque de précision des diagrammes trouvés dans l'étude) (Figure 8).

4.3.5 Entraînement sensoriel discriminatoire

L'étude randomisée contrôlée de Flor et al. (2001) compare un entraînement sensoriel de 10 sessions de 90 minutes réparties sur deux semaines avec un traitement standard (cf. Tableau 5). Elle évalue les douleurs selon le Multidimensional Pain Inventory.

La moyenne des douleurs fantômes du groupe expérimental a diminué de 2.16 (de 3.4 à 1.24) entre le pré- et le post-entraînement et de 1.43 (de 3.4 à 1.97) entre le pré-entraînement et le « follow-up » (à trois mois).

L'évolution dans le groupe contrôle de pré- à post-entraînement a été de -0.32 (de 3.8 à 3.48) et de pré-entraînement à « follow-up » de -0.3 (de 3.8 à 3.5).

L'analyse de l'étude avec le programme *Review Manager 5.2* montre que ses résultats ne sont pas statistiquement significatifs (Std. Mean Difference -1.12 [95% IC - 2.51, 0.27]) (Figure 8).

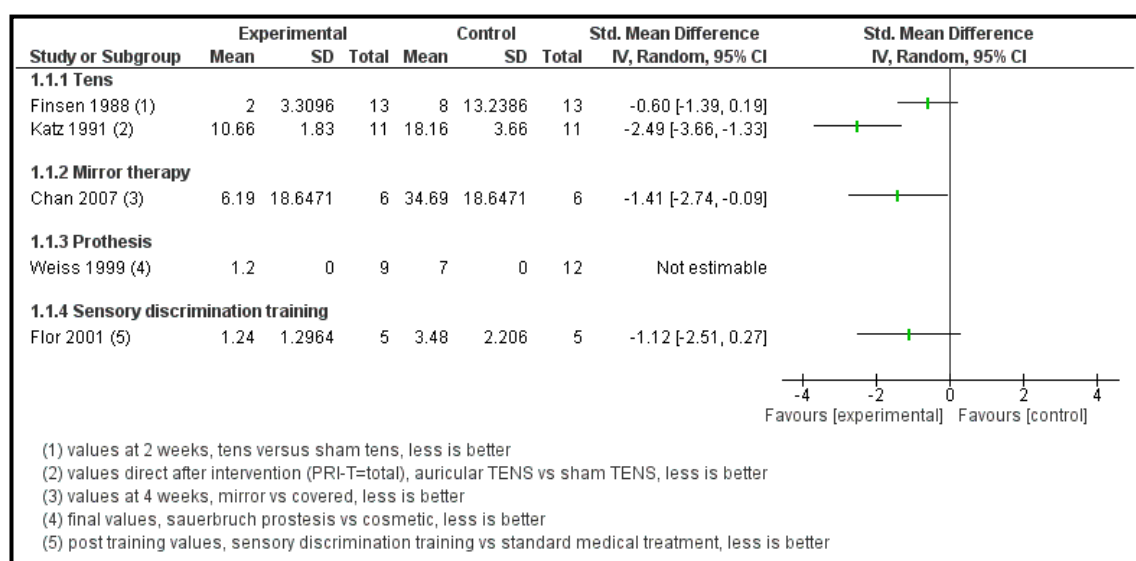


Figure 8 : Forestplot : Interventions sur les douleurs fantômes

5. DISCUSSION

5.1 Interprétation des résultats

Suite à nos recherches, nous avons extrait six études : trois RCTs, deux études contrôlées et une étude de cas. Avec ce résultat, nous avons au moins une étude pour chacun des traitements que nous souhaitions évaluer, sauf pour l'imagerie mentale. En effet, les études trouvées pour ce traitement n'évaluaient pas toujours les effets sur les douleurs fantômes et lorsqu'elles le faisaient, ce n'était jamais de l'imagerie mentale seule mais des combinaisons avec d'autres thérapies.

Toutes les études sélectionnées montrent une diminution des douleurs fantômes chez les patients amputés suite à leur traitement. Cependant, seulement deux études présentent des résultats statistiquement significatifs : Katz et al. (1991) et Chan et al. (2007).

5.1.1 TENS

L'étude de Finsen et al. (1988) a évalué l'effet du TENS de basse fréquence sur des patients amputés du membre inférieur en évaluant la prise d'analgésiques (effet analgésique objectif) et les données d'un cadran géré par le patient selon ses douleurs (effet analgésique subjectif).

Après quatre semaines, deux semaines après la fin de l'intervention, on constate que le TENS factice semble avoir un plus grand effet que le TENS actif. Les auteurs expliquent ce résultat par l'effet placebo connu pour ce traitement et prouvé par diverses études (Langley et al., 1984 ; Lewis, Lewis et Sturrock, 1984 ; Stabile et Mallory, 1978 ; cités par (Finsen et al., 1988).

De plus, ils ont cherché à comprendre pourquoi l'évolution de la prise de médicaments ne correspondait pas à l'évolution des douleurs fantômes rapportées par les patients sur le cadran. Ils expliquent cela par l'utilisation du TENS de basse fréquence, moins étudié dans la littérature que celui de haute fréquence. Nous interprétons donc que la basse fréquence serait moins efficace que la haute fréquence.

Finalement, les auteurs se posent la question de l'utilité de l'application de leur traitement directement après l'amputation. Selon eux, l'absence de diminution significative des douleurs fantômes pourraient être expliquée par l'absence de ces douleurs au départ. Nous nous accordons avec eux sur ce point : comme développé dans les mécanismes (cf. point 2.3.2, réorganisation corticale), la réorganisation corticale n'a sûrement pas encore eu lieu si tôt après l'amputation (sauf en cas de douleurs pré-amputation, cf. point 2.4.2 prévention), ne causant alors pas de douleurs fantômes.

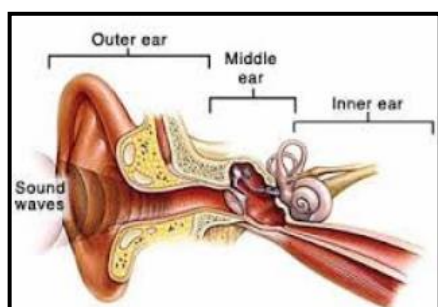


Figure 9 : L'oreille en trois parties : oreille externe (outer ear), oreille moyenne (middle ear) et oreille interne (inner ear).

Dans l'étude de Katz et al. (1991), l'application d'un TENS au niveau auriculaire montre une faible diminution des douleurs fantômes, même si elle est plus importante qu'avec le TENS factice. L'impact sur les douleurs fantômes a été évalué jusqu'à dix minutes après le traitement. Un « follow-up » plus éloigné n'a pas été réalisé, cependant les auteurs supposent qu'il n'y aurait pas eu de maintien des

effets sur le long terme, sans pour autant justifier cette hypothèse.

En revanche, ils offrent une explication à l'effet relativement bénéfique du TENS auriculaire sur les douleurs fantômes : l'oreille externe (Figure 9) étant une zone

particulièrement innervée, sa stimulation permet d'activer les systèmes inhibiteurs descendants de la douleur. Cela agirait donc sur un des mécanismes des douleurs fantômes qui est la diminution de la réaction inhibitrice du tronc cérébral (cf. point 2.3.2, moelle épinière).

Katz et al. constatent également que le TENS auriculaire offre une facilité d'application (clip à l'oreille), par rapport à l'application d'électrodes sur le moignon. Cela est particulièrement valable pour les patients amputés du membre supérieur, qui, dès lors, pourraient utiliser ce traitement de manière indépendante.

5.1.2 Thérapie miroir

Dans l'étude de Chan et al. (2007), l'utilisation de la thérapie miroir sur les douleurs fantômes chez les amputés du membre inférieur s'est révélée efficace. En effet, la moyenne de l'intensité de la douleur fantôme est passée de 30 mm avant la thérapie à 6.19 mm après la thérapie, tandis que pour le groupe « miroir caché » l'intensité n'a évolué que de 33.5 mm à 31.59 mm.

Après quatre semaines de traitement, les patients ayant reçu jusque-là une thérapie par miroir caché ont alors suivi des séances de thérapie miroir. On constate alors une nette diminution de leurs douleurs fantômes par rapport aux quatre premières semaines.

Les auteurs proposent deux théories pour expliquer les bons résultats de la thérapie miroir : l'input visuel du membre fantôme permet l'activation des neurones miroirs et l'inhibition des systèmes percevant la douleur. D'après les mécanismes que nous avons développés dans le « cadre théorique » (cf. point 2.3.2, mémoire de la douleur et mémoire proprioceptive, neurones miroirs), nous pensons que l'activation des neurones miroirs, rendant le membre fantôme plus réel, renforce la convergence dans le cerveau de l'input visuel avec l'input proprioceptif, diminuant ainsi les douleurs fantômes. De plus, nous supposons que cette convergence permet une meilleure représentation du membre dans le cerveau, diminuant ainsi la réorganisation corticale (cf. point 2.4.3 Thérapie miroir / réalité virtuelle / imagerie mentale).

5.1.3 Réalité virtuelle

De part sa faible évidence de preuve, il est difficile de tirer des généralités concernant l'étude de cas de Murray et al. (2007). Malgré cela, tous les participants ont perçu une diminution de leurs douleurs fantômes durant au moins une session, ne perdurant pas plus d'un jour ou deux.

Cette étude de cas semble démontrer que la réalité virtuelle serait plus efficace pour les douleurs fantômes du membre supérieur plutôt que pour le membre inférieur. Les auteurs expliquent cela par une variété plus importante de mouvements possibles avec le membre supérieur qu'avec le membre inférieur. Les deux patients amputés du bras ont décrit une perception très vive de leur membre fantôme durant la thérapie en comparaison avec le patient amputé de la jambe. Nous faisons le lien avec le mécanisme de la convergence des inputs visuels et proprioceptifs dans le cerveau qui sera renforcé par la vivacité du membre fantôme (cf. point 2.3.2 mémoire de la douleur et mémoire proprioceptive).

La patiente ayant subi son amputation le plus récemment est celle qui a ressenti le plus grand soulagement de ses douleurs fantômes, en seulement deux sessions. Les auteurs supposent qu'une bonne plasticité cérébrale a été maintenue grâce au court laps de temps entre l'amputation et la thérapie. Ainsi, la redéfinition du « modèle interne du corps » a été amoindrie. Nous mettons ce phénomène en lien avec le mécanisme central de la réorganisation corticale (cf. point 2.3.2, réorganisation corticale).

De plus, Murray et al. soulèvent un autre facteur possible aux effets positifs de cette thérapie : les patients seraient distraits de leur douleur de par la concentration nécessaire à la réalisation des tâches demandées lors de la thérapie.

5.1.4 Prothèse

L'étude de Weiss et al. (1999), montre des résultats positifs sur l'évolution de douleurs fantômes chez les patients amputés du membre supérieur après le port de la prothèse Sauerbruch (Figure 10). En revanche, les patients amputés ayant portés une prothèse cosmétique ont constaté en moyenne une augmentation de leurs douleurs fantômes.



Figure 10 : Prothèse Sauerbruch

Selon les auteurs, l'efficacité de la prothèse Sauerbruch sur les douleurs fantômes s'explique par l'augmentation de l'utilisation fonctionnelle du membre résiduel, alors que la prothèse cosmétique ne lui permet pas une utilisation aussi importante. Cette activité du membre résiduel permet une augmentation de l'afférence des inputs vers le cerveau, agissant ainsi sur la correction de la réorganisation corticale : la diminution des douleurs fantômes est proportionnelle à l'ampleur de l'utilisation fonctionnelle du

membre résiduel. Cette hypothèse est corrélée avec ce que nous avons développé dans le point 2.3.2 concernant ce mécanisme.

Concernant l'augmentation des douleurs fantômes avec les prothèses cosmétiques, nous supposons que leur utilisation freinerait l'implication du membre restant dans la vie quotidienne, entraînant une divergence entre l'input visuel présent et l'input somatosensoriel manquant (cf. point 2.4.3 Thérapie miroir / réalité virtuelle / imagerie mentale).

5.1.5 Entraînement sensoriel discriminatoire

L'étude de Flor et al. (2001) évalue les effets de l'entraînement sensoriel sur les douleurs fantômes avec le Multidimensional Pain Inventory, mais également les effets sur la réorganisation corticale et l'habilité à discriminer les inputs sensoriels.

Ce traitement semble être efficace sur les douleurs fantômes. En effet, la diminution des douleurs fantômes constatée dans le groupe expérimental entre le pré-entraînement et le « follow-up » était plus élevée que dans le groupe contrôle.

Les hypothèses des auteurs quant à l'efficacité du traitement sont liées à l'amélioration de l'habilité à discriminer les inputs sensoriels et à la diminution de la réorganisation corticale. Ils démontrent d'ailleurs une corrélation de ces deux paramètres avec la diminution des douleurs fantômes. Nous sommes d'accord avec ces hypothèses : en plus de la réorganisation corticale, l'amélioration de la capacité de discrimination aurait, selon nous, un impact sur l'augmentation des inputs afférents à la moelle épinière, ce qui diminuerait sa sensibilisation. De plus, cette capacité améliorerait également la réorganisation spinale, évitant ainsi que les inputs du toucher soient interprétés comme douloureux (cf. point 2.3.2, moelle épinière).

Une dernière hypothèse des auteurs que nous trouvons pertinente est l'influence de la concentration nécessaire à l'exercice, qui distrairait le patient de sa douleur.

5.2 Qualité de l'évidence

Après la sélection des articles, nous avons obtenu cinq études contrôlées et une étude de cas. Les biais de ces études sont en majorité élevés, notamment en ce qui concerne le « blinding ». Si un patient n'est pas « blind », il est possible que l'évaluation de sa douleur ait été sur- ou sous-évaluée en fonction du groupe d'attribution. De même, si le thérapeute n'est pas « blind », il risque d'influencer les résultats dans un sens ou dans

un autre. En l'occurrence, dans notre revue systématique, 4/6 études ne remplissaient aucun des trois critères du « blinding » et aucune n'en remplissait la totalité.

Un autre problème a été pour nous la compréhension des études dans les détails. En effet, que ce soit pour les risques de biais, l'extraction des données ou l'interprétation des résultats, nous avons souvent été confrontées à un manque d'informations au sein même des études. Cela a été particulièrement le cas pour l'étude de Finsen et al. (1988) (pas d'explication quant à un nombre différent de patients à plusieurs étapes de l'étude, pas de quantification de la douleur avant l'intervention, absence de résultats quantifiés pour l'évaluation subjective avec le cadran, etc.). Cela a considérablement compliqué l'interprétation des résultats et rendu difficile une critique de notre part concernant ce traitement, sans risquer une mauvaise interprétation.

Concernant la validité des résultats, après l'entrée des données nécessaires à la création des « Forestplot » dans *Review Manager 5.2*, deux études sont ressorties comme statistiquement significatives, deux n'étaient pas statistiquement significatives et deux ne permettaient pas d'être évaluées avec ce programme. Cependant, les résultats des quatre autres ne sont pas à négliger, puisqu'elles sont pour l'instant les seules pistes que nous avons trouvées sur l'utilisation de ces traitements pour les douleurs fantômes.

Au final, la faible quantité de littérature dans ce domaine ainsi que le manque d'évidence de preuve (design, petit échantillon, risque de biais important ou population amputée uniquement du membre supérieur ou du membre inférieur) ne nous permettent pas de tirer des généralités concernant la prise en charge physiothérapeutique des douleurs fantômes et donc de répondre de manière claire et précise à notre question de recherche.

5.3 Biais potentiels de notre revue systématique

Nous avons choisi d'utiliser trois moteurs de recherche, ce qui a pu limiter le nombre d'articles trouvés. Nous espérons donc ne pas être passées à côté d'études qui auraient pu être intéressantes pour notre revue systématique, bien que nous pensions que ce risque est faible. De plus, nous avons sélectionné uniquement les études en français, en allemand et en anglais, ce qui n'a finalement pas posé problème, puisque nous n'avons trouvé aucun article dans une autre langue.

Suite à nos recherches, nous avons obtenu 535 articles. Cependant, malgré cette abondance, peu d'entre eux remplissaient nos critères d'inclusion : peu sur les traitements physiothérapeutiques, pas toujours d'effets sur la diminution des douleurs

fantômes et peu de RCTs. Pour la sélection des articles, un point fort a été leur tri par étapes (cf. point 3.3), chacune individuellement, avant de comparer nos résultats, d'en discuter pour se mettre d'accord et passer à l'étape suivante. Notre idée de départ, dans un idéal, aurait été d'avoir au moins deux études comparables entre elles pour chacun de nos traitements, afin de pouvoir réaliser des petites méta-analyses. Malgré cela, nous sommes déjà satisfaites d'avoir trouvé au moins une étude pour chacun de nos traitements (sauf pour l'imagerie mentale).

Pour évaluer les risques de biais des études sélectionnées ainsi que pour l'extraction des données, nous avons procédé de la manière suivante : évaluation individuelle et mise en commun. Ainsi, nous espérons avoir évité le maximum d'erreurs dans ces deux étapes.

Dans le cadre de l'extraction des données, nous avons relevé uniquement les résultats des traitements que nous avons choisis dans les critères d'inclusion et uniquement les effets sur les douleurs fantômes. Cependant, si des liens avec des informations laissées volontairement de côté s'avéraient utiles pour notre travail, nous les avons mentionnées dans notre discussion. Pour certaines études, si des données manquaient dans le texte, nous avons mesuré manuellement les graphiques de résultats afin de les obtenir. Le manque de précision des mesures et l'arrondissement des chiffres impliquent une légère erreur dans les nombres calculés.

Nous estimons que les biais mentionnés dans ce paragraphe sont négligeables et que les risques qu'ils aient eu une influence négative sur la qualité de notre revue systématique sont donc faibles.

5.4 Comparaison avec la littérature existante

Lors de nos recherches booléennes, aucune revue systématique semblable à la notre n'a été trouvée. À la lecture des titres et des résumés, nous avons constaté que la plupart des revues systématiques concernaient des prises en charge médicales (chirurgie, pharmacologie, anesthésie), sans aborder les traitements physiothérapeutiques. Cependant, certaines études mentionnaient parfois un ou deux traitements pouvant être prodigués par un physiothérapeute, par exemple le TENS, en laissant de côté les autres prises en charge physiothérapeutiques existantes (Halbert, Crotty, & Cameron, 2002; Sherman & Tippens, 1982).

En revanche, nous avons trouvé deux revues systématiques traitant d'un seul traitement physiothérapeutique : une sur le TENS et l'autre sur la thérapie miroir.

Le but de la revue systématique de Mulvey et al. (2010) était d'évaluer l'effet analgésique du TENS sur les douleurs fantômes et les douleurs du moignon chez les patients adultes amputés. Leurs critères d'inclusion étaient semblables aux nôtres, sauf que, en plus des douleurs fantômes, ils ont inclus les douleurs du moignon. Finalement, une seule étude, celle de Finsen et al. (1988), respectait la totalité des critères d'inclusion. La randomisation ayant été influencée au cours de l'étude par les auteurs afin de répartir les niveaux d'amputation de manière plus homogène, Mulvey et al. l'ont exclue. Au final, aucune étude n'a pu être incluse à leur revue systématique. Pour notre travail, nous avons choisi d'inclure l'étude de Finsen et al. (1988) et nous avons tenu compte de la randomisation influencée en évaluant cet item comme « haut risque » dans l'évaluation des risques de biais (cf. point 4.2). La deuxième étude que nous avons incluse (Katz & Melzack, 1991) a également été exclue par Mulvey et al. puisqu'il s'agissait d'une étude crossover et donc non-randomisée.

Dans leur revue systématique, Seidel et al. (2009) décrivent l'évidence de la thérapie miroir comme traitement chez les patients amputés souffrant de douleurs fantômes. Contrairement à nous, ils ont sélectionné les études traitant de la douleur fantôme comme premier ou comme second « outcome » ; mais, comme nous, ils ont exclu les combinaisons de traitements (par exemple thérapie miroir avec imagerie mentale). Finalement, ils ont inclus trois études : l'étude de Chan et al. (2007) que nous avons aussi sélectionnée, ainsi que deux études de Brodie et al. (2007; 2003). Les résultats que Seidel et al. décrivent par rapport à l'étude de Chan et al. sont identiques aux nôtres, et ils relèvent comme nous que cette étude manque de qualité méthodique. Concernant les études de Brodie et al., celle de 2003 n'offre pas de résultats, car au moment de l'étude, aucun des patients ne souffraient de douleurs fantômes. Celle de 2007 a inclus une plus large population de patients, mais il n'y avait pas de différence significative entre le groupe intervention et le groupe contrôle dans les résultats. Dans le cadre de notre travail, nous avons aussi trouvé l'étude de Brodie et al. (2007) mais nous ne l'avons pas gardée après la lecture du résumé, car nous trouvions qu'elle ne se focalisait pas assez sur les douleurs fantômes (différentiation difficile entre sensations non-douloureuses, mouvements volontaires et douleurs fantômes). Nous nous accordons avec la discussion de Seidel et al. (2009), dans laquelle ils mentionnent que la réorganisation corticale serait corrigée avec la thérapie miroir.

6. CONCLUSION

Comme nous l'avons expliqué dans notre introduction, les meilleurs traitements pour les douleurs sont une action ciblée sur leur étiologie (cf. point 1.3). Bien que les mécanismes des douleurs fantômes soient vastes et complexes, il semble que les traitements que nous avons développés dans ce travail offrent une piste tangible à la résolution de certains de ces mécanismes. Cependant, il est difficile d'identifier un mécanisme précis chez un patient souffrant de douleurs fantômes, ce qui ne nous permet donc pas de choisir le traitement idéal.

Par ce travail, nous avons répertorié plusieurs moyens physiothérapeutiques existants pour la prise en charge des douleurs fantômes : le TENS, la thérapie miroir, la réalité virtuelle, les prothèses et l'entraînement sensoriel discriminatoire. Bien que les résultats des études démontrent une efficacité des traitements sur la population sélectionnée, la faible qualité d'évidence des études ne permet pas de transposer cela à une généralité.

6.1 Implication pour la recherche

Les études utilisées dans le cadre de notre revue systématique montrent une faible qualité d'évidence en général. Les futures études mériteraient donc une meilleure qualité méthodique et un design randomisé contrôlé pour avoir une meilleure évidence de preuve. De plus, il serait intéressant d'évaluer les effets des différents traitements sur le long terme (intervention et follow-up) et d'avoir des précisions sur leurs modalités d'application afin d'améliorer leur efficacité. Concernant les populations incluses dans les études, elles pourraient être plus nombreuses, ce qui permettrait de prouver l'efficacité des traitements sur un champ d'application plus large. De plus, les traitements pourraient être testés aussi bien sur des patients amputés du membre supérieur que du membre inférieur.

6.2 Implication pour la pratique

A la suite de ce travail, si nous devons prendre en charge un patient amputé souffrant de douleurs fantômes, nous aurions des pistes de traitement à lui proposer. Cependant, avec la littérature actuelle, nous n'aurions pas de garantie de succès et devrions évoluer par « essai-erreur », en testant divers traitements avec diverses modalités d'application puisqu'il n'existe pas de guidelines pour cette prise en charge. Bien qu'elle ne soit pas optimale, la progression par essai-erreur est actuellement la

meilleure solution à nos yeux, sachant également que les traitements présentés dans ce travail ne présentent pas de risque pour le patient. Il sera cependant important de bien documenter l'évolution des douleurs (avant et après le traitement), d'adapter les modalités au besoin et de ne tester qu'une seule intervention à la fois.

Au-delà du fait que ces traitements ne soient pas invasifs, un autre avantage réside dans leur facilité d'application. Ils demandent en effet peu de matériel (sauf pour la réalité virtuelle) et ne nécessitent pas la présence obligatoire d'un thérapeute pour leur application si l'éducation thérapeutique est correctement réalisée. Cela est donc très intéressant pour la continuité du traitement à domicile.

Pour terminer, nous tenons à préciser que la prise en charge des douleurs fantômes ne dépend pas de la physiothérapie seule ; elle doit être réfléchie dans une idée interdisciplinaire, en tenant compte aussi bien de la médication que d'autres thérapies complémentaires (cf. point 2.4), ceci afin d'offrir au patient le maximum de chance pour le soulagement de ses douleurs fantômes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahmad, N., Thomas, G. N., Gill, P., Chan, C., & Torella, F. (2014). Lower limb amputation in England: prevalence, regional variation and relationship with revascularisation, deprivation and risk factors. A retrospective review of hospital data. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 107(12), 483-489.
<http://doi.org/10.1177/0141076814557301>
- Berger, S. M. (1980). Conservative management of phantom-limb and amputation-stump pain. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 62(2), 102.
- Bradbrook, D. (2004). Acupuncture treatment of phantom limb pain and phantom limb sensation in amputees. *Acupuncture in Medicine*, 22(2), 93-97.
- Brodie, E. E., Whyte, A., & Niven, C. A. (2007). Analgesia through the looking-glass? A randomized controlled trial investigating the effect of viewing a 'virtual' limb upon phantom limb pain, sensation and movement. *European Journal of Pain*, 11(4), 428-436. <http://doi.org/10.1016/j.ejpain.2006.06.002>
- Brodie, E. E., Whyte, A., & Waller, B. (2003). Increased motor control of a phantom leg in humans results from the visual feedback of a virtual leg. *Neuroscience Letters*, 341(2), 167-169. [http://doi.org/10.1016/S0304-3940\(03\)00160-5](http://doi.org/10.1016/S0304-3940(03)00160-5)
- Chan, B. L., Witt, R., Charrow, A. P., Magee, A., Howard, R., Pasquina, P. F., ... Tsao, J. W. (2007). Mirror therapy for phantom limb pain. *New England Journal of Medicine*, 357(21), 2206-2207.
- Chassot, P., Piguet, V., Remund, C., Luthy, C., & Cedraschi, C. (2006). Douleurs chroniques et thérapie cognitivo-comportementale de groupe. *Le Courrier de l'algologie* (5), (1).
- Colley, J. R. T. (1974). Diseases of the lung. *The Lancet*, 304(7889), 1125-1127.

Curelli, A. (2004). *Douleur du membre fantôme: Influence de facteurs psychologiques*.

Université Charles de Gaulle, Lille.

Davidson, J. H., Khor, K. E., & Jones, L. E. (2010). A cross-sectional study of post-amputation pain in upper and lower limb amputees, experience of a tertiary referral amputee clinic. *Disability & Rehabilitation*, 32(22), 1855-1862.

<http://doi.org/10.3109/09638281003734441>

Dijkstra, P. U., Geertzen, J. H., Stewart, R., & van der Schans, C. P. (2002). Phantom pain and risk factors: a multivariate analysis. *Journal of pain and symptom management*, 24(6), 578-585.

Douleurs liées à l'amputation | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées. (2014). Consulté 29 novembre 2014, à l'adresse

<http://www.adepa.fr/reeducation/douleurs-liees-a-lamputation/>

Finsen, V., Persen, L., Lovlien, M., Veslegard, E. K., Simensen, M., Gasvann, A. K., & Benum, P. (1988). Transcutaneous electrical nerve stimulation after major amputation. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 70(1), 109-112.

Flor, H. (2002). Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. *The Lancet Neurology*, 1(3), 182-189.

Flor, H., Denke, C., Schaefer, M., & Grüsser, S. (2001). Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain. *The Lancet*, 357(9270), 1763-1764.

Foell, J., Bekrater-Bodmann, R., Diers, M., & Flor, H. (2014). Mirror therapy for phantom limb pain: Brain changes and the role of body representation. *European Journal of Pain*, 18(5), 729-739. <http://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00433.x>

- Foell, J., Bekrater-Bodmann, R., Flor, H., & Cole, J. (2011). Phantom Limb Pain After Lower Limb Trauma: Origins and Treatments. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 10(4), 224-235.
<http://doi.org/10.1177/1534734611428730>
- Frey, P. (2014). La réalité augmentée au service des patients amputés. *Hémisphères*, 13-14.
- Giummarra, M. J., Gibson, S. J., Georgiou-Karistianis, N., & Bradshaw, J. L. (2007). Central mechanisms in phantom limb perception: The past, present and future. *Brain Research Reviews*, 54(1), 219-232.
<http://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2007.01.009>
- Halbert, J., Crotty, M., & Cameron, I. D. (2002). Evidence for the optimal management of acute and chronic phantom pain: A systematic review. Consulté 5 mai 2015, à l'adresse <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=13550355>
- Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S240-S252.
<http://doi.org/10.1002/acr.20543>
- Higgins, J., Altman, D., & Sterne, J. (2011). Chapter 8: Assessing risk of bias in included studies. Consulté 18 mars 2015, à l'adresse http://handbook.cochrane.org/chapter_8/8_assessing_risk_of_bias_in_included_studies.htm

- Histoire de l'amputation - les premiers amputés. (2009). Consulté 29 novembre 2014, à l'adresse http://www.handicoupe.com/Amputation/a_histoire.htm
- Hsu, E., & Cohen, S. P. (2013). Postamputation pain: epidemiology, mechanisms, and treatment. *Journal of Pain Research*, 6, 121-136.
<http://doi.org/10.2147/JPR.S32299>
- Institut de veille sanitaire (France). (2010). *Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France: synthèse épidémiologique*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire.
- Katz, J., & Melzack, R. (1990). Pain 'memories' in phantom limbs: review and clinical observations. *Pain*, 43(3), 319-336.
- Katz, J., & Melzack, R. (1991). Auricular Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Reduces Phantom Limb Pain. *Elsevier*.
- Kazemi, H., Ghassemi, S., Fereshtehnejad, S. M., Amini, A., Kolivand, P. H., & Doroudi, T. (2013). Anxiety and Depression in Patients with Amputated Limbs Suffering from Phantom Pain: A Comparative Study with Non-Phantom Chronic Pain. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(2), 218-225.
- Kern, R., Turk, D., & Rudy, T. (1985). The West Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI). In *Pain* (4^e éd., Vol. 23, p. 345-346). Elsevier.
- Kern, U., Busch, V., Rockland, M., Kohl, M., & Birklein, F. (2009). Prävalenz und Risikofaktoren von Phantomschmerzen und Phantomwahrnehmungen in Deutschland: Eine bundesweite Befragung. *Der Schmerz*, 23(5), 479-488.
<http://doi.org/10.1007/s00482-009-0786-5>
- Klein, G. (2013, décembre 20). La réalité augmentée testée dans le traitement des douleurs fantômes. *InterCités*. Consulté à l'adresse

<http://www.rts.ch/info/sciences-tech/5473611-la-realite-augmentee-testee-dans-le-traitement-des-douleurs-fantomes.html>

Knotkova, H., Cruciani, Tronnier, & Rasche. (2012). Current and future options for the management of phantom-limb pain. *Journal of Pain Research*, 39.
<http://doi.org/10.2147/JPR.S16733>

Koller, T., & Luomajoki, H. (2013). Zweipunktediskrimination bei Phantomschmerzen: Effekt einer 4-wöchigen Therapie bei einem oberarmamputierten Patienten mit Phantomschmerzen. *Der Orthopäde*, 42(6), 449-452.
<http://doi.org/10.1007/s00132-013-2110-4>

Le mécanisme de la douleur. (s. d.). Consulté 23 avril 2015, à l'adresse <http://aie-tpe.e-monsite.com/pages/1-le-mecanisme-de-la-douleur.html>

Les causes d'amputation | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées. (2014). Consulté 29 novembre 2014, à l'adresse <http://www.adepa.fr/reeducation/les-causes-damputation/>

Le séjour en centre | ADEPA.fr | Association de Défense et d'Étude des Personnes Amputées. (2014). Consulté 29 novembre 2014, à l'adresse <http://www.adepa.fr/reeducation/le-sejour-en-centre/>

Luthi, F. (2012, mai). *Douleur et amputation: Colloque de service de physiothérapie*. SUVA, Sion.

MacIver, K., Lloyd, D. M., Kelly, S., Roberts, N., & Nurmikko, T. (2008). Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. *Brain*, 131(8), 2181-2191. <http://doi.org/10.1093/brain/awn124>

Manchikanti, L., & Singh, V. (2004). Managing phantom pain. *Pain Physician*, 7(3), 365-376.

Melzack, R. (1983). The McGill Pain Questionnaire. In *Pain Measurement and Assessment*. New York: Ronald Melzack.

- Melzack, R. (2001). Pain and the neuromatrix in the brain. *Journal of Dental Education*, 65(12), 1378-1382.
- Middaugh, S. J., Haythornthwaite, J. A., Thompson, B., Hill, R., Brown, K. M., Freedman, R. R., ... Smith, E. A. (2001). The Raynaud's Treatment Study: Biofeedback Protocols and Acquisition of Temperature Biofeedback Skills. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 26(4).
- Mulvey, M. R., Bagnall, A.-M., Johnson, M. I., & Marchant, P. R. (2010). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for phantom pain and stump pain following amputation in adults. In The Cochrane Collaboration (Éd.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Consulté à l'adresse <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD007264.pub2>
- Murray, C. D., Pettifer, S., Howard, T., Patchick, E., Caillette, F., Kulkarni, J., & Bamford, C. (2007). The Treatment of Phantom Limb Pain Using Immersive Virtual Reality: Three Case Studies. *Disability & Rehabilitation*.
- Nikolajsen, L., & Jensen, T. S. (2001). Phantom limb pain. *British Journal of Anaesthesia*, 87(1), 107-116. <http://doi.org/10.1093/bja/87.1.107>
- Niraj, S., & Niraj, G. (2014). Phantom Limb Pain and Its Psychologic Management: A Critical Review. *Pain Management Nursing*, 15(1), 349-364. <http://doi.org/10.1016/j.pmn.2012.04.001>
- Nortvedt, F., & Engelsrud, G. (2014). « Imprisoned » in pain: analyzing personal experiences of phantom pain. *Medicine, Health Care and Philosophy*. <http://doi.org/10.1007/s11019-014-9555-z>

Office fédéral de la statistique. (2015). Statistique médicale des hôpitaux 2013.

Consulté 21 avril 2015, à l'adresse

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/14/04/01/data/01/05.html>

Raad, J. (2013). Rehab Measures - West-Haven-Yale Multidimensional Pain

Inventory... Consulté 23 mars 2015, à l'adresse

<http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=965>

Raja, S., & Benzon, H. T. (2005). Phantom Pain. *SPEC- Essential of Pain Medicine and Regional Anesthesia*, 394-398.

Ramachandran, V. S., & Hirstein, W. (1998). The perception of phantom limbs. The DO Hebb lecture. *Brain*, 121(9), 1603-1630.

Roques, C.-F. (1997). Stimulation nerveuse transcutanée (TENS). In *Pratique de l'électrothérapie: Electrothérapie pratique appliquée à la Médecine Physique et à la Masso-Kinésithérapie* (Springer, p. 87-90). Paris.

Seidel, S., Kasprian, G., Sycha, T., & Auff, E. (2009). Spiegeltherapie bei Phantomschmerzen: Eine systematische Übersichtsarbeit. *Wiener klinische Wochenschrift*, 121(13-14), 440-444. <http://doi.org/10.1007/s00508-009-1212-9>

Sherman, R., & Tippens, J. (1982). Suggested guidelines for treatment of phantom limb pain. - Abstract - Europe PubMed Central. Consulté 5 mai 2015, à l'adresse <http://europepmc.org/abstract/med/24833622>

Souna, B. ., Mamoudou, A., Guigma, A. ., & N.ouhou, H. (2009). Les causes des amputations des membres. *Mali Medical, tome XXIV*(4).

Subedi, B., & Grossberg, G. T. (2011). Phantom limb pain: mechanisms and treatment approaches. *Pain research and treatment, 2011*.

Traitements de la douleur après amputation - comment l'amputé peut agir sur ses sensations désagréables. (2009). Consulté 29 novembre 2014, à l'adresse http://www.handicoupe.com/Douleur/d_trait.htm

Van der Schans, C. P., Geertzen, J. H., Schoppen, T., & Dijkstra, P. U. (2002). Phantom pain and health-related quality of life in lower limb amputees. *Journal of pain and symptom management*, 24(4), 429–436.

Weeks, S. R., Anderson-Barnes, V. C., & Tsao, J. W. (2010). Phantom Limb Pain: Theories and Therapies. *The Neurologist*, 16(5), 277–286.
<http://doi.org/10.1097/NRL.0b013e3181edf128>

Weiss, T., Miltner, W. H., Adler, T., Brückner, L., & Taub, E. (1999). Decrease in phantom limb pain associated with prosthesis-induced increased use of an amputation stump in humans. *Neuroscience letters*, 272(2), 131–134.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Incidence des douleurs fantômes. Les raisons des écarts entre les pourcentages sont expliquées dans le texte.	5
Tableau 2 : Récapitulation des divers types de douleurs fantômes cités dans les documents lus (Curelli, 2004; « Douleurs liées à l’amputation ADEPA.fr Association de Défense et d’Étude des Personnes Amputées », 2014; Flor, 2002; Hsu & Cohen, 2013; Luthi, 2012; Nikolajsen & Jensen, 2001; Nortvedt & Engelsrud, 2014; Raja & Benzon, 2005; Subedi & Grossberg, 2011).	6
Tableau 3 : Stratégies de recherche par base de données	16
Tableau 4 : Critères d’inclusion et d’exclusion pour la sélection des études. // MS : membre supérieur, MI : membre inférieur, RCT : randomised controlled trials (études randomisées contrôlées)	17
Tableau 5 : Tableau descriptif des études incluses // RCT : randomised controlled trial, N : nombre de participants, MS : membre supérieur, MI : membre inférieur, EVA : échelle visuelle analogique	21

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Télescopage

(Luthi, F. (2012, mai). Douleur et amputation: Colloque de service de physiothérapie. SUVA, Sion.) 4

Figure 2 : Homonculus cortical moteur et sensoriel

(Neurowiki2012 - Phantom Sensations and Perceptions. (s. d.). Consulté 16 mars 2015, à l'adresse <https://neurowiki2012.wikispaces.com/Phantom+Sensations+and+Perceptions>) 8

Figure 3 : Proposition d'emplacement des électrodes pour des douleurs fantômes dans la jambe

(Roques, C.-F. (1997). Stimulation nerveuse transcutanée (TENS). In Pratique de l'électrothérapie: Electrothérapie pratique appliquée à la Médecine Physique et à la Masso-Kinésithérapie (Springer, p. 87-90). Paris)..... 12

Figure 4 : Thérapie miroir

(NOI Mirror Box Triangle | Shop OPTP.com. (s. d.). Consulté 16 mars 2015, à l'adresse <http://www.optp.com/NOI-Mirror-Box-Triangle#.VQbjho6OrfZ>) 13

Figure 5 : Pied à coulisse pour l'entraînement sensoriel discriminatoire

(Baseline Aesthesiometer 2-Point Discriminator. (s. d.). Consulté 16 mars 2015, à l'adresse <http://www.promedxpress.com/products/baseline-aesthesiometer-2-point-discriminator/>) 15

Figure 6 : Diagramme de la sélection des études // RCT : randomised controlled trial

..... 20

Figure 7 : Résumé de l'évaluation des risques de biais. Point vert : « risque faible », point jaune : « risque pas clair », point rouge : « haut risque ».

..... 22

Figure 8 : Forestplot, Interventions sur les douleurs fantômes

..... 26

Figure 9 : L'oreille en trois parties : oreille externe (outer ear), oreille moyenne (middle ear) et oreille interne (inner ear).

(Diagram Of The Outer Ear | Search Results | Human Body Anatomy Picture. (s. d.). Consulté 1 mai 2015, à l'adresse <http://0ke.net/tag/diagram-of-the-outer-ear>) 27

Figure 10 : Prothèse Sauerbruch

(Sauerbruch-Armprothese « Gesundheit! Mehr Wissen im Museum. (s. d.). Consulté à l'adresse <http://wissen-im-museum.de/2011/06/sauerbruch-armprothese/>) 29

LISTE DES ABREVIATIONS

AVQ : Activité de la Vie Quotidienne

TENS : Transcutaneous Electrical Nerv Stimulation (stimulation nerveuse électrique transcutanée)

MS : Membre Supérieur

MI : Membre Inférieur

RCT : Randomised Controlled Trials (études randomisées contrôlées)

EVA : Echelle Visuelle Analogique

MPQ : McGill Pain Questionnaire

WHYMPI : West-Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory

MPI: Muldimensional Pain Inventory (en lien avec le WHYMPI)

N : Nombre de participants

ANNEXES

Annexe I : Traitements pharmacologiques

Annexe II : Réglages du TENS

Annexe III : Outils de mesures

Annexe IV : Détails de l'évaluation des risques de biais des études incluses

Annexe I : Traitements pharmacologiques

Classe	Médicament	Action	Efficacité	Source
Opioides	Morphine, Tramadol, Méthadone	Spinale : inhibition des voies douloureuses Supraspinale : diminution de la réorganisation corticale Effets secondaires : dépendance	Efficace pour les douleurs fantômes	(Huse et al., 2001, cité par (Hsu & Cohen, 2013) Subedi & Grossberg, 2011).
Antidépresseurs tricycliques	Amitriptyline	Traitement principal des douleurs neuropathiques Blocage des canaux de sodium Amélioration des voies inhibitrices descendantes	Efficacité sur les douleurs fantômes mitigée	(Hsu & Cohen, 2013; Nikolajsen & Jensen, 2001; Subedi & Grossberg, 2011)
Anti- épileptiques	Gabapentine, Carbamazepine	Activation des récepteurs inhibiteurs GABA Carbamazepine : blocage des canaux de sodium	Efficacité mitigée	(Hsu & Cohen, 2013; Subedi & Grossberg, 2011; Weeks et al., 2010)
Bloqueurs des canaux de sodium	Lidocaïne, Bupivacaïne	Traitement principal des douleurs neuropathiques et inflammatoires Blocage des canaux de sodium Libération empêchée du neurotransmetteur excitateur glutamate	Lidocaïne : meilleur effet sur les douleurs du moignon que les douleurs fantômes Bupivacaïne : effet relatif provenant d'un unique essai contrôlé	(Foell et al., 2011; Hsu & Cohen, 2013; Knotkova et al., 2012; Manchikanti & Singh, 2004)
Antagonistes N- methyl-D- aspartate (NMDA)	Memantine, Ketamine	Diminution de la réception des neurotransmetteurs excitateurs glutamates Effets secondaires : altération de la conscience, hallucination visuelle, problèmes d'ouïe, changements de l'humeur, ...	Ketamine : effet parfois à court terme et parfois à long terme Memantine : pas d'efficacité sur les douleurs fantômes, ou alors dans la phase précoce après l'amputation	(Foell et al., 2011; Hsu & Cohen, 2013; Knotkova et al., 2012; Manchikanti & Singh, 2004)

Annexe II : Réglages du TENS

	Courant (Hz)	Intensité (mA)	Durée des impulsions (microsecondes)	Apparition des effets	Durée des effets
TENS conventionnel	50-100	10-40	30-200	après env. 10 minutes	plusieurs minutes à plusieurs heures
TENS endorphinique	1-5	50-100	200-500	pas avant 20- 30 minutes	plusieurs heures, au maximum un jour
TENS de stimulation brève et intense	100-150	50-100	250-500	dans les 5 minutes	30 minutes

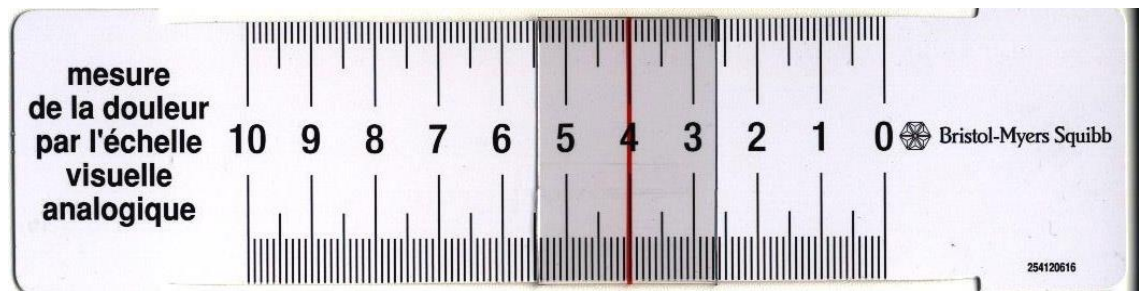
(Roques, 1997)

Annexe III : Outils de mesure

Echelle visuelle analogique

L'échelle visuelle analogique est un outil de mesure de l'intensité de la douleur. Elle se présente sous la forme d'une réglette sur laquelle se trouve une ligne graduée de 10 centimètres (ou 100 millimètres) de longueur avec, à chaque extrémité, une description de l'intensité (0 : « absence de douleur » et 10 : « douleur maximale imaginable »). Le patient utilise un curseur qu'il doit placer le long de la ligne, de 0 à 10 (ou 100), selon l'intensité de sa douleur. Le score sera donc calculé depuis le 0 jusqu'à la marque du patient (Hawker, Mian, Kendzerska, & French, 2011).

Cette échelle est facile d'utilisation, bien tolérée par les patients, et elle présente une bonne reliabilité test-retest (Hawker et al., 2011). Bien qu'il n'existe pas de gold standard pour la douleur et qu'il n'est donc pas possible d'évaluer sa validité (Hawker et al., 2011), elle semble être la méthode la plus sensible (Colley, 1974). De plus, la corrélation entre l'échelle visuelle analogique et des échelles descriptives simples est bonne (Colley, 1974).

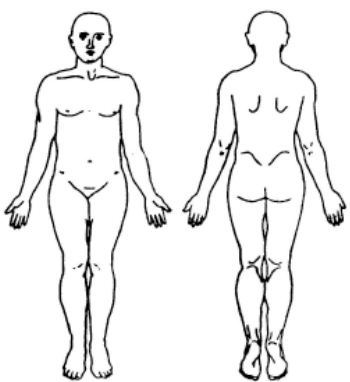


(« Le mécanisme de la douleur », s. d.)

McGill Pain Questionnaire

Le McGill Pain Questionnaire est un outil d'évaluation qualitatif et quantitatif de la douleur. Il permet aux patients de décrire leur expérience subjective de la douleur, en choisissant parmi 102 adjectifs. Ces mots sont regroupés selon les différents aspects de la douleur auxquels ils correspondent. Il y a quatre classes principales (« sensorielle (1-10), affective (11-15), évaluative : intensité subjective de la douleur (16), divers (17-20) ») et 20 sous-classes (par exemple « temporel, thermique, propriétés autonomes, etc. ») (Ronald Melzack, 1983). Les patients choisissent un mot dans chaque sous-classe (Hawker et al., 2011). Les mots sont ordonnés par rapport à leurs intensités, définies par des groupes de patients, médecins et étudiants (le premier mot dans la liste correspond à 1, le deuxième à 2, etc.). De plus, les patients peuvent représenter la localisation de leur douleur sur un "body chart", et ils peuvent décrire son intensité de 1 (« léger ») à 5

(« épouvantable ») au moment de remplir le questionnaire (« Present Pain Intensity », PPI) (Ronald Melzack, 1983). Finalement, trois résultats ressortent du McGill Pain Questionnaire : l'index d'évaluation de la douleur (« Pain Rating Index », PRI) qui représente la somme des intensités de chaque mot coché par le patient (entre 0 et 78), le nombre d'adjectifs choisis (entre 0 et 20) et la valeur totale de la douleur (PPI en haut du questionnaire) (Hawker et al., 2011; Ronald Melzack, 1983). Le McGill Pain Questionnaire est cohérent, fiable, et a une bonne validité et sensibilité (Ronald Melzack, 1983).

McGill Pain Questionnaire			
Patient's Name _____		Date _____ Time _____ am/pm	
PRI: S _____ A _____ E _____ M _____		PRI(T) _____ PPI _____	
(1-10) (11-15) (16) (17-20)			
<div>1 FLICKERING</div> <div>QUIVERING</div> <div>PULSING</div> <div>THROBBING</div> <div>BEATING</div> <div>POUNDING</div> <div>2 JUMPING</div> <div>FLASHING</div> <div>SHOOTING</div> <div>3 PRICKING</div> <div>BORING</div> <div>DRILLING</div> <div>STABBING</div> <div>LANCINATING</div> <div>4 SHARP</div> <div>CUTTING</div> <div>LACERATING</div> <div>5 PINCHING</div> <div>PRESSING</div> <div>GNAWING</div> <div>CRAMPING</div> <div>CRUSHING</div> <div>6 TUGGING</div> <div>PULLING</div> <div>WRENCHING</div> <div>7 HOT</div> <div>BURNING</div> <div>SCALDING</div> <div>SEARING</div> <div>8 TINGLING</div> <div>ITCHY</div> <div>SMARTING</div> <div>STINGING</div> <div>9 DULL</div> <div>SORE</div> <div>HURTING</div> <div>ACHING</div> <div>HEAVY</div> <div>10 TENDER</div> <div>TAUT</div> <div>RASPING</div> <div>SPLITTING</div>	<div>11 TIRING</div> <div>EXHAUSTING</div> <div>12 SICKENING</div> <div>SUFFOCATING</div> <div>13 FEARFUL</div> <div>FRIGHTFUL</div> <div>TERRIFYING</div> <div>14 PUNISHING</div> <div>GRUELLING</div> <div>CRUEL</div> <div>VICIOUS</div> <div>KILLING</div> <div>15 WRETCHED</div> <div>BLINDING</div> <div>16 ANNOYING</div> <div>TROUBLESOME</div> <div>MISERABLE</div> <div>INTENSE</div> <div>UNBEARABLE</div> <div>17 SPREADING</div> <div>RADIATING</div> <div>PENETRATING</div> <div>PIERCING</div> <div>18 TIGHT</div> <div>NUMB</div> <div>DRAWING</div> <div>SQUEEZING</div> <div>TEARING</div> <div>19 COOL</div> <div>COLD</div> <div>FREEZING</div> <div>20 NAGGING</div> <div>NAUSEATING</div> <div>AGONIZING</div> <div>DREADFUL</div> <div>TORTURING</div>	<div>BRIEF</div> <div>MOMENTARY</div> <div>TRANSIENT</div> <div>RHYTHMIC</div> <div>PERIODIC</div> <div>INTERMITTENT</div> <div>CONTINUOUS</div> <div>STEADY</div> <div>CONSTANT</div>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> E = EXTERNAL I = INTERNAL </div> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-top: 20px; padding: 5px;"> COMMENTS: </div>
<div style="text-align: center;">PPI</div> <div>0 NO PAIN</div> <div>1 MILD</div> <div>2 DISCOMFORTING</div> <div>3 DISTRESSING</div> <div>4 HORRIBLE</div> <div>5 EXCRUCIATING</div>			

(Ronald Melzack, 1983)

West-Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory

Le West-Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI) est un questionnaire évaluant les douleurs chroniques des patients adultes atteints de toutes sortes de pathologies et de symptômes (ex : sclérose en plaques, douleurs fantômes, douleurs en lien avec un cancer, attaque cérébrale, ...). Il tient particulièrement compte des aspects comportementaux, émotionnels et cognitifs de la douleur. Il se compose de 52 items divisés en trois catégories : l'intensité de la douleur et son impact sur la vie quotidienne (20 items), la réaction des autres par rapport à la douleur du patient (14 items) et la capacité à réaliser les activités de la vie quotidienne (18 items) (Raad, 2013). Cet outil a plusieurs avantages : il se remplit rapidement (environ 20 minutes) et le patient rapporte lui-même son ressenti sur des échelles allant de 0 à 6 pour chaque item (R. Kern, Turk, & Rudy, 1985). De plus, selon Kern et al. (1985), les auteurs du questionnaire, il présente une bonne validité ainsi qu'une bonne fiabilité. En effet, les résultats montrent une corrélation significative en lien avec l'anxiété, la sévérité de la douleur ou encore la dépression.

WEST HAVEN-YALE MULTIDIMENSIONAL PAIN INVENTORY

Kerns, Turk & Rudy (1985)

BEFORE YOU BEGIN, PLEASE ANSWER 2 PRE-EVALUATION QUESTIONS BELOW:

1. Some of the questions in this questionnaire refer to your "significant other". A significant other is *a person with whom you feel closest*. This includes anyone that you relate to on a regular or infrequent basis. It is very important that you identify someone as your "significant other". Please indicate below who your significant other is (check one):

- ☐ Spouse ☐ Partner/Companion ☐ Housemate/Roommate
☐ Friend ☐ Neighbor ☐ Parent/Child/Other relative
☐ Other (please describe):

-
2. Do you currently live with this person? ☐ YES ☐ NO

When you answer questions in the following pages about "your significant other", always respond in reference to the specific person you just indicated above.

A.

In the following 20 questions, you will be asked to describe your pain and how it affects your life. Under each question is a scale to record your answer. Read each question carefully and then circle a number on the scale under that question to indicate how that specific question applies to you.

1. Rate the level of your pain at the present moment.

0 1 2 3 4 5 6
No pain Very intense pain

2. In general, how much does your pain problem interfere with your day to day activities?

0 1 2 3 4 5 6
No interference Extreme interference

3. Since the time you developed a pain problem, how much has your pain changed your ability to work?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change
____ Check here, if you have retired for reasons other than your pain problem

4. How much has your pain changed the amount of satisfaction or enjoyment you get from participating in social and recreational activities?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

5. How supportive or helpful is your spouse (significant other) to you in relation to your pain?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all supportive Extremely supportive

6. Rate your overall mood during the past week.

0 1 2 3 4 5 6
Extremely low mood Extremely high mood

7. On the average, how severe has your pain been during the last week?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all severe Extremely severe

8. How much has your pain changed your ability to participate in recreational and other social activities?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

9. How much has your pain changed the amount of satisfaction you get from family-related activities?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

10. How worried is your spouse (significant other) about you in relation to your pain problem?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all worried Extremely worried

11. During the past week, how much control do you feel that you have had over your life?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all in control Extremely in control

12. How much suffering do you experience because of your pain?

0 1 2 3 4 5 6
No suffering Extreme suffering

13. How much has your pain changed your marriage and other family relationships?

0 1 2 3 4 5 6

No change

Extreme change

14. How much has your pain changed the amount of satisfaction or enjoyment you get from work?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

___ Check here, if you are not presently working.

15. How attentive is your spouse (significant other) to your pain problem?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all attentive Extremely attentive

16. During the past week, how much do you feel that you've been able to deal with your problems?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all Extremely well

17. How much has your pain changed your ability to do household chores?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

18. During the past week, how irritable have you been?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all irritable Extremely irritable

19. How much has your pain changed your friendships with people other than your family?

0 1 2 3 4 5 6
No change Extreme change

20. During the past week, how tense or anxious have you been?

0 1 2 3 4 5 6
Not at all tense or anxious Extremely tense or anxious

B.

In this section, we are interested in knowing how your significant other (this refers to the person you indicated above) responds to you when he or she knows that you are in pain. On the scale listed below each question, **circle a number** to indicate how often your significant other generally responds to you in that particular way when you are in pain.

1. Ignores me.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

2. Asks me what he/she can do to help.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

3. Reads to me.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

4. Expresses irritation at me.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

5. Takes over my jobs or duties.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

6. Talks to me about something else to take my mind off the pain.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

7. Expresses frustration at me.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

8. Tries to get me to rest.

0	1	2	3	4	5	6
Never						Very often

9. Tries to involve me in some activity

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

- NeverVery often
10. Expresses anger at me.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
11. Gets me some pain medications.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
12. Encourages me to work on a hobby.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
13. Gets me something to eat or drink.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
14. Turns on the T.V. to take my mind off my pain
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often

C.

Listed below are 18 common daily activities. Please indicate how often you do each of these activities by circling a number on the scale listed below each activity. Please complete all 18 questions.

1. Wash dishes.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
2. Mow the lawn.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often
3. Go out to eat.
- 0 1 2 3 4 5 6
NeverVery often

4. Play cards or other games.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
5. Go grocery shopping.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
6. Work in the garden.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
7. Go to a movie.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
8. Visit friends.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
9. Help with the house cleaning.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
10. Work on the car.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
11. Take a ride in a car.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
12. Visit relatives.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
13. Prepare a meal.
- | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Never | | | | | | Very often |
14. Wash the car.

	0	1	2	3	4	5	6
	Never						Very often
15. Take a trip.	0	1	2	3	4	5	6
	Never						Very often
16. Go to a park or beach.	0	1	2	3	4	5	6
	Never						Very often
17. Do a load of laundry.	0	1	2	3	4	5	6
	Never						Very often
18. Work on a needed house repair.	0	1	2	3	4	5	6
	Never						Very often

Source: Kerns, R.D., Turk, D.C., & Rudy, T.E. (1985). The West Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI). *Pain*, 23, 345-56.

Annexe IV : Détails de l'évaluation des risques de biais des études incluses

Finsen et al. 1988

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	"were randomised to one of 3 postoperative treatment" --> ont remarqué une inégalité dans les niveaux d'amputation après le début de l'étude: "improved by taking into account the amputation level"
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	pas d'explication
Blinding of personnel	High risk	savent s'ils donnent du vrai TENS ou non
Blinding of participants	Low risk	sham TENS avec lumière
Blinding of outcome assessment (detection bias)	Low risk	nombre médian de médicaments pris
Incomplete outcome data (attrition bias)	High risk	sham tens: 19 --> 13 = 31% / tens: 17 --> 13 = 23% => >15%
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	tous les outcomes prévus sont recensés à la fin

Katz et al. 1991

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	controlled crossover
Allocation concealment (selection bias)	Low risk	
Blinding of personnel	High risk	le personnel doit régler l'appareil pour TENS "sham" ou actif
Blinding of participants	Low risk	"they were told that depending on certain stimulation parameters they might or might not feel its effects"
Blinding of outcome assessment (detection bias)	Low risk	
Incomplete outcome data (attrition bias)	Unclear risk	28 au début, pas redit à la fin
Selective reporting (reporting bias)	High risk	parle pas du groupe "pas de fantôme"

Chan et al. 2007

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Low risk	"We randomly assigned 22 patients to one of three groups"
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	pas d'explication
Blinding of personnel	High risk	pas précisé dans l'étude, mais impossible de faire la thérapie miroir de manière blind
Blinding of participants	High risk	3 groups: mirror therapy, covered mirror, mental visualization --> les patients connaissent le traitement
Blinding of outcome assessment (detection bias)	High risk	3 groups: mirror therapy, covered mirror, mental visualization --> les patients connaissent le traitement
Incomplete outcome data (attrition bias)	High risk	22 au début, 18 à la fin --> + de 15%
Selective reporting (reporting bias)	High risk	à la fin résultats que pour EVA, pas sur durée et nombre d'épisodes douloureux

Murray et al. 2007

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	High risk	case study
Allocation concealment (selection bias)	High risk	case study
Blinding of personnel	High risk	case study
Blinding of participants	High risk	case study
Blinding of outcome assessment (detection bias)	High risk	case study
Incomplete outcome data (attrition bias)	Low risk	
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	

Weiss et al. 1999

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Unclear risk	pas d'explication
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	pas d'explication
Blinding of personnel	High risk	personnel sait quelle prothèse est portée
Blinding of participants	High risk	patient sait quelle prothèse est portée
Blinding of outcome assessment (detection bias)	High risk	patient sait quelle prothèse est portée
Incomplete outcome data (attrition bias)	Unclear risk	21 au début mais pas précisé à la fin
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	

Flor et al. 2001

Bias	Authors' judgement	Support for judgement
Random sequence generation (selection bias)	Low risk	"patients were randomly assigned"
Allocation concealment (selection bias)	Unclear risk	pas d'explication
Blinding of personnel	High risk	pas possible d'être blind car autres traitements dans le groupe comparaison --> pas placebo
Blinding of participants	High risk	pas possible d'être blind car autres traitements dans le groupe comparaison --> pas placebo
Blinding of outcome assessment (detection bias)	High risk	pas possible d'être blind car autres traitements dans le groupe comparaison --> pas placebo
Incomplete outcome data (attrition bias)	Unclear risk	10 au début mais pas clair à la fin
Selective reporting (reporting bias)	Low risk	